DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang. 25. Juni 1915. Heft 26.

Die Messung und zahlenmäßige Darstellung der Körperfarben[1]).

Von Dr.-Ing. L. Bloch, Berlin.

Für die meisten Eigenschaften der Körper gibt es einfache Meßverfahren, die eine Bestimmung und zahlenmäßige Bezeichnung dieser Eigenschaften ermöglichen. Um nur wenige Beispiele herauszugreifen, sei auf das Gewicht, den Rauminhalt, die Festigkeit, die chemische Zusammensetzung hingewiesen. Im Gegensatz hierzu ist man bisher im allgemeinen nicht gewohnt, die *Farbe* eines Körpers, eine doch auch recht wichtige Eigenschaft, zu messen und durch Zahlen darzustellen. Infolgedessen kann man nicht erwarten, einen Körper in irgendeiner ganz bestimmten Farbe von jemand zu erhalten, ohne daß man ihm zuvor ein Muster in dieser Farbe übergibt. Im Gegensatz hierzu kann man beispielsweise, wenn man eine bestimmte Metallegierung zu erhalten wünscht, sich damit begnügen, die Art und den Prozentsatz der einzelnen Bestandteile der Legierung anzugeben, und kann dann sicher damit rechnen, genau den gewünschten Körper zu erhalten. Andererseits hat man hierfür in der chemischen Analyse ein Mittel an der Hand, um die Übereinstimmung zwischen Gewünschtem und Erhaltenem zahlenmäßig festzustellen.

Es fragt sich nun, ob dasselbe Vorgehen für die Farben der Körper ganz unmöglich oder nur nicht üblich ist. Ersteres trifft jedenfalls nicht zu, denn die *Spektralanalyse* ermöglicht uns, jede Farbe genau zu messen und zahlenmäßig festzustellen, wie groß die Durchlässigkeit bzw. Reflexionsfähigkeit eines Körpers für Licht von verschiedener Wellenlänge ist. Man erhält hierbei eine Kurve der Durchlässigkeit bzw. Reflexionsfähigkeit des untersuchten Körpers für die verschiedenen Wellenlängen des Spektrums, und diese Kurve gibt uns ein Maß für die Farbe des untersuchten Körpers. Das spektralphotometrische Verfahren für die Messung der Körperfarben hat jedoch nur eine verhältnismäßig eng beschränkte Anwendung gefunden. Für den alltäglichen Gebrauch ist es viel zu schwierig und kompliziert. Hierfür müssen einfache Verfahren und leicht zu handhabende Meßapparate an seine Stelle treten. An Versuchen, solche Apparate zur Farbenmessung einzuführen, hat es bisher schon nicht gefehlt. Es möge hier nur auf das *Colorimeter* von *Ives*, das *Chromoskop* von *Arons* und den *Farbenmesser* von *Kallab* hingewiesen sein. Wenn diese Apparate sich bisher noch nicht in größerem Maßstab eingeführt haben, so liegt dies wohl hauptsächlich daran, daß sie alle von dem Prinzip ausgehen, eine mit der zu messenden Farbe übereinstimmende Farbe aus drei Grundfarben durch Probieren zusammenzusetzen. Ihr Gebrauch erfordert also eine gewisse Geschicklichkeit und Übung, die nicht von jedermann verlangt und erreicht werden kann.

Bei einem allgemein gebrauchsfähigen Farbenmesser muß das Probieren wegfallen und die Messung ebenso einfach wie etwa eine Lichtmessung auszuführen sein. Das Problem der Messung der Körperfarben ist hiernach nahe verwandt mit der Messung der Farbe der künstlichen Lichtquellen. Ein hierfür brauchbares Meßverfahren muß sich bei entsprechender Ausbildung des Meßapparats auch auf die Messung der Körperfarben übertragen lassen. Denn bei einem durchsichtigen Körper beruht die Messung seiner Farbe auf der Feststellung, in welcher Weise er die Farbe der Lichtquelle beeinflußt, welche Licht durch ihn hindurchsendet. Dasselbe ist der Fall bei undurchsichtigen, farbigen Körpern. Nur tritt hier die Messung der Reflexionsfähigkeit an die Stelle der Durchlässigkeit.

Es lag daher nahe, das Meßverfahren, das ich in dem Aufsatze über „Die Farbe der künstlichen Lichtquellen“ (Naturwissenschaften 1914, Heft 4, Seite 85) beschrieben habe, auch auf die Messung der Körperfarben anzuwenden. Bei dieser Art der Messung wird die Lichtstärke einer Lichtquelle nicht im weißen, sondern im roten, grünen und blauen Licht in der Weise photometrisch gemessen, daß zwischen Auge und Photometer der Reihe nach ein rotes, grünes und blaues Glas von genau definierter Färbung und Dicke eingeschaltet wird. Die einfache Vorrichtung zur Einschaltung dieser drei Farbgläser kann an jedem Photometer angebracht werden. Mit diesem kann dann die Farbe künstlicher Lichtquellen, ebenso aber auch die Farbe durchsichtiger Körper gemessen werden. Die Farben undurchsichtiger Körper sind dagegen in dieser Weise nur schwer zu bestimmen, weil die von ihnen reflektierte Lichtmenge ohne Anwendung besonderer Hilfsmittel viel zu gering ist. Um das Meßverfahren für die Körperfarben zum allgemeinen Gebrauch verwendbar zu machen, mußte erst ein *besonderer Farbenmeßapparat* ausgebildet werden, dessen Ausführung die Firma *Franz Schmidt & Hänsch* in Berlin übernommen hat. Eine von Herrn Geheimrat *Ostwald* angegebene Meßvorrichtung konnte hierfür zum Teil mit benutzt werden.

Der neue *Farbenmesser* (Fig. 1) besteht aus einem geschlossenen Holzkasten, auf dessen Boden

[1]) Nach einem in der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft gehaltenen Vortrage.

eine etwa 10 qcm große Probe des zu messenden Körpers (Stoff, Papier usw.) neben eine weiße Vergleichsplatte von ungefähr derselben Größe gelegt wird. Als Vergleichsplatte kann man mattweißes Zeichenpapier benutzen. Der zu messende Körper und die Vergleichsplatte werden durch einen senkrecht darüber befindlichen Photometerkopf betrachtet, in welchem kleine halbkreisförmige Ausschnitte von beiden mit Hilfe einer Prismenkombination unmittelbar nebeneinander erscheinen und leicht auf gleiche Helligkeit geprüft werden können. In dem Okular des Photometerkopfs ist eine Revolverscheibe mit einem roten, grünen und blauen Farbglas und einer vierten Öffnung ohne Glasscheibe vorgesehen. (Vgl. „Die Naturwissenschaften" 1914, S. 85, Fig. 1.) Durch Drehen dieser Scheibe werden die drei Farbgläser der Reihe nach vor die Beobachtungsöffnung des

Fig. 1. Ansicht des Farbenmessers (ca. $^1/_6$ der natürlichen Größe).

Photometerkopfs gebracht und so die Einstellung auf gleiche Helligkeit der Vergleichsfelder im roten, grünen und blauen Licht ausgeführt. Bei Benutzung der vierten unverglasten Öffnung kann auch im natürlichen, ungefärbten Licht gemessen werden. Als Farbgläser dienen Normalgläser von stets genau übereinstimmender Färbung und Dicke.

Die beiden zu beobachtenden Felder werden gemeinsam entweder durch Tageslicht oder indirekt durch das Licht von kleinen Glühlampen beleuchtet; diese sind in einem innen mattweißen viereckigen Kasten oder in einer Kugel untergebracht, die unmittelbar auf den Apparat gesetzt werden kann. Wenn ein ungehinderter Ausblick auf den freien Himmel zur Verfügung steht, genügt das Tageslicht zur Messung; bei künstlichem Licht sind nur ungefähr 50 Kerzen erforderlich. Schwankungen in der Lichtstärke und Lichtfarbe beeinflussen die Messung nicht, da beide Vergleichsfelder stets von derselben Lichtquelle beleuchtet werden. Nach dem zu messenden Körper gelangt das ihn beleuchtende Licht durch eine Öffnung von unveränderlicher Größe, während die danebenliegende Öffnung für die Beleuchtung der Vergleichsplatte veränderlich ist. Mittels Zahnstange und Trieb kann sie auf verschiedene Öffnungsweiten beliebig eingestellt und ihre Stellung an einer Skala mit Nonius abgelesen werden. Die Beleuchtung der weißen Vergleichsplatte ist der abgelesenen Öffnungsweite des Spaltes direkt proportional. Bei der Messung wird der Spalt so weit eingestellt, daß die beiden Vergleichsfelder gleich stark beleuchtet sind und im Photometerkopf gleich hell erscheinen.

Führt man den Vergleich eines farbigen Körpers, z. B. eines roten Stoffes mit der weißen Vergleichsplatte ohne Farbglas im Okular aus, so sieht man im Photometerkopf ein weißes und ein rotes Vergleichsfeld nebeneinander und die Einstellung auf gleiche Beleuchtung beider Felder ist recht schwierig. Werden dagegen der Reihe nach das rote, grüne und blaue Glas vor die Okularöffnung geschaltet, so verschwindet der Farbenkontrast ganz oder nahezu und die Messung ist leicht auszuführen. Es wird hierbei festgestellt, welche Beleuchtung die weiße Vergleichsplatte erhalten muß, damit sie ebenso viel rotes, grünes und blaues Licht reflektiert, wie der zu messende Körper. Die drei erhaltenen Zahlen geben ein Maß für die Reflexionsfähigkeit des untersuchten Stoffes für rotes, grünes und blaues Licht. Dieselben müssen nunmehr noch auf die Reflexionsfähigkeit eines Normalkörpers bezogen werden. Hierfür wählt man zweckmäßig eine ebene Metallplatte mit einem Magnesianiederschlag, der in einfachster Weise durch Verbrennen von Magnesiaband erhalten werden kann. Die Farbe dieses Niederschlages ist ein sehr reines und jederzeit leicht reproduzierbares Weiß. Man legt diese Normalplatte an die Stelle des zu messenden Körpers und bestimmt hierfür durch Einstellen auf gleiche Helligkeit mit der Vergleichsplatte die Skalenwerte für Rot, Grün und Blau. Diese drei Werte nimmt man als 100 % an und bezieht hierauf alle weiteren Messungen von Körperfarben. Die Messung mit der Normalplatte braucht man natürlich nicht jedesmal wieder vorzunehmen, sondern es genügt, sie von Zeit zu Zeit zu kontrollieren. Auf diese Weise erhält man die Reflexionsfähigkeit der zu messenden Körperfarben auf Magnesia als 100 % bezogen. Für absolute Messungen der Reflexionsfähigkeit ist das tatsächliche Reflexionsvermögen der Magnesia einzusetzen, das durchschnittlich ungefähr 85 % der Reflexionsfähigkeit eines vollkommen weißen (100 % des auffallenden Lichtes reflektierenden) Körpers beträgt. Hiervon kann man jedoch für den praktischen Gebrauch absehen und sich mit den auf Magnesia bezogenen Relativwerten begnügen. Die Skala des Farbenmessers kann auch schon so eingeteilt werden, daß man bei Benutzung der Magnesia-Normalplatte gerade den Wert 100 erhält; man kann dann die Reflexionsfähigkeit unmittelbar an der Skala ablesen.

Ganz ähnlich vollzieht sich die *Messung von*

durchsichtigen Körpern, wie farbigen Gläsern, Flüssigkeiten usw., mit dem Farbenmesser. Hierbei benutzt man auf dem Boden des Apparats zwei gleiche Platten des mattweißen Zeichenpapiers, und die zu messende Glasscheibe oder Flüssigkeitsküvette mit genau abgemessenem Inhalt wird in eine hierfür vorgesehene Öffnung unter derjenigen Seite des Photometerkopfs geschoben, welche ihr Licht von der unveränderlichen Spaltöffnung empfängt. Dieses Licht muß dann vollständig durch den zu messenden Körper hindurchgehen und man erhält bei der Messung die Werte der Durchlässigkeit für rotes, grünes und blaues Licht. Nach Entfernen des zu messenden Körpers werden die drei Messungen wiederholt. Die hierbei erhaltenen Werte werden als 100 % Durchlässigkeit angenommen und hierauf die bei der Messung des durchsichtigen Körpers erhaltenen Ablesungen bezogen. Bei der Messung von Flüssigkeiten kann man auch die Durchlässigkeit auf diejenige des reinen Wassers beziehen und die hiermit erhaltenen Werte als 100 % annehmen.

Tabelle 1. Ergebnisse der Messung von Papierproben im Farbenmesser.

Art der Farbe	Reflexionsfähigkeit (Magnesia = 100 %)		
	Rot %	Grün %	Blau %
Rot	67	11	5.5
Orange	70	21.5	5.5
Gelb	75	73	27
Grün	19	56	37
Blaugrün	33	46	57
Blau	11	23	49
Violett	49	23	44
Braun	55	41	31
Grau	55	51	48

Die vorstehende Tabelle gibt einen Überblick über die *Ergebnisse der Messung verschieden gefärbter Papierproben*. Sie enthält die Werte der Reflexionsfähigkeit für Rot, Grün und Blau, wobei die für die Magnesia-Vergleichsplatte erhaltenen Werte zu 100 % angenommen wurden. Für die roten, grünen und blauen Farbentöne wird der größte Wert der Reflexionsfähigkeit naturgemäß in Rot, Grün und Blau erhalten, in den beiden anderen Farben dagegen wesentlich kleinere Zahlen. Gelb enthält annähernd gleich viel Rot und Grün, dagegen nur wenig Blau, bei Blaugrün sind die Werte für Grün und Blau von gleicher Größenordnung und die für Rot wesentlich niedriger, während bei der violetten Farbe Rot und Blau ungefähr übereinstimmen und Grün niedriger ausfällt. Bei Braun überwiegt der Gehalt an Rot; Grau zeigt dagegen in allen drei Farben annähernd gleich große Werte.

Wie diese Ergebnisse zeigen, werden bei stark voneinander abweichenden Farben auch entsprechend verschiedene Zahlenwerte erhalten, was als Haupterfordernis für einen brauchbaren Farbenmesser zu gelten hat. Andrerseits kommen auch schon ganz geringe Farbenunterschiede, die mit bloßem Auge kaum mehr erkennbar sind, bei der Messung mit dem Farbenmesser deutlich zum Ausdruck, und zwar erkennt man hieraus nicht nur, daß ein Unterschied vorhanden ist, sondern auch, welche Farbe zu stark vorherrscht und welche zurücktritt. Die *Meßgenauigkeit* des Farbenmessers ist etwa 2 %; auch bei ungeübten und selbst bei farbenblinden Beobachtern halten sich die Ablesungen meist innerhalb dieser Grenze.

Fragt man danach, wieviel verschiedene Farben mit dem Farbenmesser festgestellt werden können, so kommt dies natürlich darauf an, bei welchem Unterschied man die Farben noch als verschieden ansieht. Nimmt man an, daß nur solche Farben als verschieden zu bezeichnen sind, welche in Rot, Grün oder Blau um mindestens 5 % voneinander abweichen, so sind für Rot, Grün und Blau zwischen 0 und 100 % je 20 verschiedene Werte möglich. Insgesamt ergeben sich also 20^3 verschiedene Ablesungsmöglichkeiten oder 8000 verschiedene Farben.

Die Ablesung in den drei Farben Rot, Grün und Blau ist nicht in allen Fällen notwendig. Man kann sich häufig auch mit der Ablesung von zwei, gelegentlich auch mit nur einer Farbe begnügen, besonders wenn es sich um die häufig zu wiederholende Messung von Farben handelt, die nur in ihrer Helligkeit und nicht in ihrem Ton voneinander verschieden sind. Man sucht sich dann von den drei Farben Rot, Grün und Blau zwei oder nur eine aus, bei welcher die Änderungen besonders auffallend hervortreten, und beschränkt die anzustellenden Messungen auf diese Farbe. In dieser Weise kann man bei der Messung von Farbflüssigkeiten verschieden starker Konzentrationen und bei der Messung photographischer Papiere verfahren.

Das *Anwendungsgebiet des Farbenmessers* ist ein sehr umfangreiches. In erster Reihe dürfte er für die Farbenchemie und Färberei von Nutzen sein, der bisher kein einfaches Instrument zur exakten Farbenmessung zur Verfügung stand. Auch die Textil- und Papierindustrie wird sich der Farbenmessung für ihre Erzeugnisse mit Vorteil bedienen können. Ein weiteres Anwendungsgebiet findet er bei der Messung farbiger Gläser, sei es nun in den Fabriken oder bei den Verbrauchsstellen, beispielsweise zur Prüfung der für Signalzwecke im Eisenbahn- und Schiffsverkehr gebrauchten Farbgläser. In der photographischen Technik wird der Farbenmesser zur Prüfung der Färbung sowohl von Platten, wie auch von photographischen Papieren, besonders auch für die Farbenphotographie von Nutzen sein. Für medizinisch-diagnostische Zwecke läßt sich mit dem Farbenmesser in einfacher und präziser Weise die Farbe des Blutes und anderer Flüssigkeiten bestimmen.

Bei der *Verwertung der mit dem Farbenmesser*

erhaltenen Messungsergebnisse wird man häufig den Wunsch haben, diese auch in einer graphischen Darstellung vorführen zu können, etwa wie in dem oben erwähnten Aufsatze die Farbe der künstlichen Lichtquellen graphisch dargestellt wurde. Eine einfache Übernahme dieser Art der Darstellung für die Messung der Körperfarben ist jedoch nicht möglich. Denn die Farbe der künstlichen Lichtquellen läßt sich eindeutig durch zwei Zahlenwerte, das Verhältnis von Rot zu Grün und von Blau zu Grün, ausdrücken und hierfür kann man ohne weiteres eine Darstellung in der Ebene benutzen, sei es nun im rechtwinkligen Koordinatensystem oder mittels des Farbendreiecks. Die Messung der Körperfarben hat uns dagegen drei Zahlenwerte ergeben, nämlich die Durchlässigkeit oder die Reflexionsfähigkeit für rotes, grünes und blaues Licht. Man könnte nun

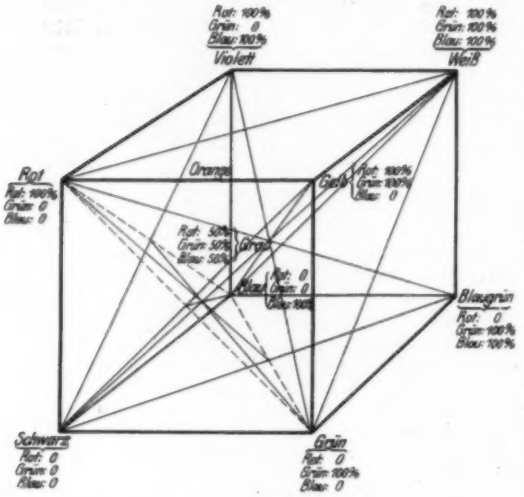


Fig. 2. Farbenwürfel.

zwar auch hier die Verhältniswerte von Rot zu Grün und von Blau zu Grün bilden, jedoch würden diese beiden Werte die Farbe nicht mehr vollkommen eindeutig charakterisieren. Vielmehr können zwei ganz verschiedene Farben, z. B. ein helles Rot und ein dunkles Rot dieselben Verhältniswerte von Rot zu Grün aufweisen.

Da wir es hier mit drei voneinander unabhängigen Zahlen zu tun haben, kommen wir mit der Darstellung in der Ebene nicht mehr aus, sondern müssen zur Darstellung im räumlichen Koordinatensystem übergehen und die drei Werte für Rot, Grün und Blau auf drei zueinander senkrechten Koordinatenachsen auftragen. Da nur Werte bis zu 100 % in Betracht kommen können, ist die Ausdehnung des Koordinatensystems auf diese Länge der drei Achsen beschränkt und alle aufzutragenden Werte fallen innerhalb eines Würfels von der Seitenlänge 100, für den die drei Koordinatenachsen drei zusammenstoßende Kanten sind (Fig. 2). In diesem *Farbenwürfel* findet jede nur mögliche Farbe ihren Platz und zwei irgendwie verschiedene Farben müssen stets zwei verschiedene Plätze erhalten. Die nur aus einer oder zwei Grundfarben zusammengesetzten Farben liegen auf den drei Koordinatenachsen und den von ihnen begrenzten Würfelflächen. Der Linienzug, der diese drei Würfelflächen auf ihrer anderen Seite umgrenzt, ist der Ort für die reinen Spektralfarben.

In der den Anfangspunkt des Koordinatensystems bildenden Würfelecke liegt das absolute Schwarz, in der gegenüber liegenden Würfelecke das absolute Weiß, das 100 % Reflexionsfähigkeit für Rot, Grün und Blau besitzt. Für durchsichtige Körper bezeichnen diese beiden Ecken die vollkommene Undurchsichtigkeit bzw. vollkommene Durchsichtigkeit. Auf der Verbindungslinie dieser beiden Würfelecken liegen die grauen Farbentöne, im Mittelpunkt des Würfels das Grau, welches in allen drei Farben 50 % durchläßt oder reflektiert. Das Maxwellsche Farbendreieck kommt in dieser Darstellung als Verbindungslinie der Würfelecken Rot, Grün und Blau zum Ausdruck und ist in Fig. 2 gestrichelt eingezeichnet.

Die Eintragung der Ergebnisse der Farbenmessung in den Farbenwürfel zeigt Fig. 3 für drei verschiedene Farben A, B und C. Der für Rot erhaltene Wert wird längs der Koordinatenachse aufgetragen, von dessen Endpunkt aus der Wert für Grün parallel zur Achse Grün und von hier aus dann noch der Wert für Blau parallel zur Achse Blau. Die hier benutzte Art der Aufzeichnung im Farbenwürfel hat nun allerdings den unvermeidlichen Nachteil jeder perspektivischen Darstellung von Körpern in einer Ebene, daß die gegenseitige Lage verschiedener Punkte nicht deutlich erkennbar ist; zwei Punkte können in dieser Darstellung zusammenfallen und im Raume doch weit voneinander entfernt sein, wie z. B. die scheinbaren Schnittpunkte der vorderen und hinteren Würfelkanten. Um diesem Mangel abzuhelfen und die Eintragung der Messungsergebnisse noch einfacher zu gestalten, kann man zur *Darstellung in zwei Projektionen* übergehen und den Grundriß und Aufriß des Würfels hierzu benutzen. Dann erhält man für jede Farbe einen Punkt im Grundriß und einen zugehörigen Punkt im Aufriß, und diese beiden Punkte zusammen kennzeichnen eindeutig die Lage der Farbe im Farbenwürfel. Diese Art der Darstellung eignet sich besonders zur Eintragung von ganzen Kurvenzügen, wie man sie z. B. bei der Mischung von zwei Farben in verschiedenen Mischungsverhältnissen oder bei der Untersuchung der Änderung einer Farbe unter bestimmten Einflüssen, z. B. Licht oder Wärme, erhält. So zeigt Fig. 4 die Ergebnisse, die bei der Mischung von zwei verdünnten Lösungen von roter und blauer Anilinfarbe erhalten wurden. Die Anfangs- und End-

punkte der Kurven stellen die Werte für die unvermischte rote bzw. blaue Lösung dar, während die dazwischenliegenden Punkte verschiedenen Mischungsverhältnissen beider Lösungen entsprechen. Bei der Darstellung in Fig. 3 würde diese Kurve nur stark verzerrt und verkürzt zum Ausdruck gekommen sein.

Der Farbenmesser kann auch zur Messung der Farbe von Körpern benutzt werden, welche in verschiedenen Richtungen verschiedene Farbe zeigen, wie z. B. Seidengewebe und besonders sogenannte Changeantgewebe. Je nach der Stellung, in welcher man die Proben dieser Stoffe in den Farbenmesser einlegt, erhält man verschiedene Messungsergebnisse. Für die genaue Untersuchung derartiger Stoffe kann in dem Farbenmesser eine einfache Drehvorrichtung mit Kreisteilung angebracht und so die Aufnahme von Farbenkurven ermöglicht werden, welche das Aussehen dieser

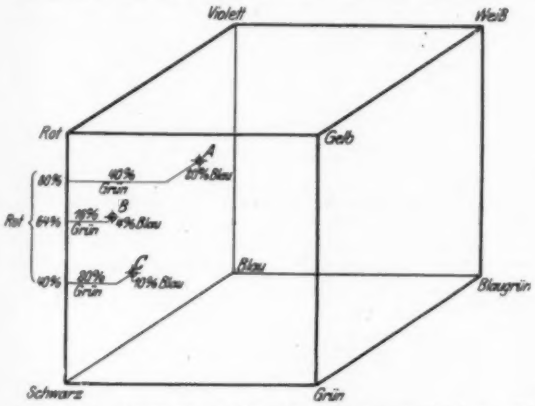


Fig. 3. Graphische Darstellung der Messungsergebnisse im Farbenwürfel.

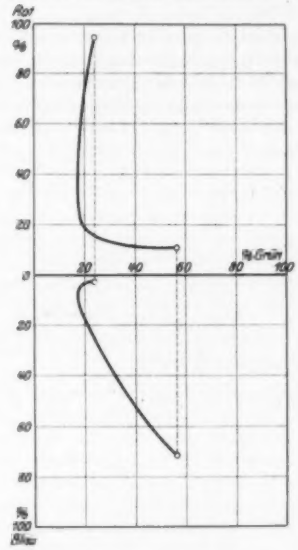


Fig. 4. Graphische Darstellung der Messungsergebnisse in zwei Projektionen.

Stoffe in verschiedenen Richtungen sehr anschaulich zur Darstellung bringen. (Näheres hierüber siehe *Journal für Gasbeleuchtung* 1915, Nr. 44, S. 125.)

Bei unseren bisherigen Erörterungen haben wir stets vorausgesetzt, daß die Farbe eines Körpers eine eindeutig bestimmte Eigenschaft ist. Dem widerspricht allerdings scheinbar die Tatsache, daß ein farbiger Körper ganz verschieden aussieht, je nachdem man ihn bei Tageslicht oder bei künstlicher Beleuchtung, z. B. beim Licht einer Petroleumlampe, betrachtet. Ganz besonders starke Veränderungen zeigen die Körperfarben, wenn sie von ausgesprochen einfarbigem Licht, wie z. B. vom grünen Licht einer Quecksilberlampe oder vom gelben Licht einer Natriumflamme beleuchtet werden. Um diesen scheinbaren Widerspruch aufzuklären, müssen wir zwischen dem *objektiven Charakter* einer Farbe und ihrem *subjektiven Aussehen* unterscheiden. Der Charakter einer Farbe ist durch ihre Durchlässigkeit oder Reflexionsfähigkeit für Licht verschiedener Farbentöne gekennzeichnet, und hiermit haben wir uns in unseren bisherigen Betrachtungen befaßt. Der Charakter der Farbe ist ganz unabhängig von der Art des Lichts, welches durch den Körper hindurchgeht oder von ihm reflektiert wird. Unserem Auge kommt dagegen die Farbe des Körpers erst durch das hindurchgelassene oder reflektierte Licht zum Bewußtsein, und je nach der Veränderung, welche die Farbe dieses Lichts erfährt, beurteilen und bezeichnen wir die Farbe des Körpers. Wir haben es also bei dem subjektiven Aussehen der Farbe streng genommen nicht mehr mit Körperfarben, sondern nur noch mit Lichtfarben zu tun, und zwar mit der durch die Färbung des Körpers veränderten Lichtfarbe.

Mit der oben durchgeführten Kennzeichnung des objektiven Charakters der Körperfarben sind wir auch in der Lage, das subjektive Aussehen der Farben zu definieren, wenn wir die in dem Aufsatz über die Farbe der künstlichen Lichtquellen („Naturwissenschaften" 1914, S. 85, Heft 4) erörterte Kennzeichnung der Lichtfarbe zu Hilfe nehmen. Ein farbiger Körper von der Durchlässigkeit r, g und b % für rotes, grünes und blaues Licht werde von einer Lichtquelle beleuchtet, deren Farbenmessung R Kerzen rotes, G Kerzen grünes und B Kerzen blaues Licht ergeben hat; die Farbe dieser Lichtquellen wird dann durch die beiden Zahlenwerte

$$\text{Rot/Grün} = 100 \cdot \frac{R}{G} = m\,\%$$

und

$$\text{Blau/Grün} = 100 \cdot \frac{B}{G} = n\,\%$$

dargestellt. Der Körper läßt dann $R \cdot \frac{r}{100}$ Kerzen rotes, $G \cdot \frac{g}{100}$ Kerzen grünes und $B \cdot \frac{b}{100}$ Kerzen blaues Licht durch, und die Farbe dieses durchgelassenen Lichtes wird durch die beiden Verhältniszahlen

$$\text{Rot/Grün} = 100 \cdot \frac{R \cdot r}{G \cdot g} = m \cdot \frac{r}{g}\ \%$$

und

$$\text{Blau/Grün} = 100 \cdot \frac{B \cdot b}{G \cdot g} = n \cdot \frac{b}{g}\ \%$$

gekennzeichnet.

Ein Beispiel möge dies näher erläutern:

Eine rote Glasscheibe lasse 75 % rotes, 30 % grünes und 18 % blaues Licht durch. Wird sie vom Tageslicht beleuchtet, dessen Farbe Rot/Grün = 100 % und Blau/Grün = 100 % ist, so hat das durchgegangene Licht die Farbe

$$\text{Rot/Grün} = 100 \cdot \frac{75}{30} = 250\ \%$$

und

$$\text{Blau/Grün} = 100 \cdot \frac{18}{30} = 60\ \%.$$

Geht dagegen Gasglühlicht von der Lichtfarbe Rot/Grün = 200 % und Blau/Grün = 50 % durch die Glasscheibe hindurch, so wird die Farbe des durchgegangenen Lichts

$$\text{Rot/Grün} = 200 \cdot \frac{75}{30} = 500\ \%$$

und

$$\text{Blau/Grün} = 50 \cdot \frac{18}{30} = 30\ \%.$$

Wählt man gar das Licht einer Quarz-Quecksilberlampe mit der Farbe Rot/Grün = 20 % und Blau/Grün = 30 % zur Beleuchtung der roten Glasscheibe, so erhält man für das durchgelassene Licht die Farbe

$$\text{Rot/Grün} = 20 \cdot \frac{75}{30} = 50\ \%$$

und

$$\text{Blau/Grün} = 30 \cdot \frac{18}{30} = 18\ \%.$$

In diesem Falle sieht die tatsächlich rote Glasscheibe überhaupt nicht mehr rot aus, sondern grün, da das durchgelassene grüne Licht doppelt so stark wie das rote Licht ist.

Entsprechende Veränderungen erfährt auch die vollkommen weiße Farbe, wenn man sie in verschiedenfarbigem Licht betrachtet. Beispielsweise wird eine vollkommen weiße, 100 % rotes, grünes und blaues Licht reflektierende Fläche, wenn sie von einer Kohlenfadenglühlampe beleuchtet wird, ein Licht von der Farbe Rot/Grün = 330 % und Blau/Grün = 44 % reflektieren, scheinbar also rot aussehen. Trotzdem sehen wir sie auch noch bei dieser Beleuchtung als weiße Fläche und können sie von einer roten Fläche gut unterscheiden. Dies rührt daher, daß auch die rote Fläche eine entsprechende, scheinbare Änderung ihrer Farbe erfährt. Andererseits fehlt uns bei ausschließlicher Beleuchtung durch Licht von einer bestimmten Färbung der Vergleichsmaßstab mit dem Tageslicht, und das Auge bezeichnet dann ganz unwillkürlich diejenige Farbe, welche am meisten Licht reflektiert, als Weiß. Mit ihr werden die anderen vorhandenen Farbentöne verglichen und auf diese Weise doch wenigstens annähernd dieselben Ergebnisse erhalten, wie bei Tageslicht. Allerdings arbeitet das Auge hierbei nur unvollkommen und gelangt oft zu unrichtigen Ergebnissen. Der beste Beweis hierfür ist das Bestreben der Färbereien und Modewarengeschäfte, ihre Probierräume mit einer künstlichen Lichtquelle zu beleuchten, welche möglichst dieselbe Lichtfarbe wie das Tageslicht gibt, da sonst immer wieder Irrtümer beim Auswählen der richtigen Farben auftreten.

Die großen *Unterschiede im Aussehen der Farben bei Beleuchtung mit Tageslicht und den gebräuchlichen künstlichen Lichtquellen* kommen sofort zum Vorschein, wenn benachbarte Flächen farbiger Körper gleichzeitig vom Tageslicht und künstlichem Licht getroffen werden. Beleuchtet man beispielsweise von zwei benachbarten Seitenflächen eines weißen Würfels die eine mit Tageslicht und die andere mit einer Kohlenfadenglühlampe, so sieht letztere Fläche tatsächlich rot aus. Auch der bekannte Versuch mit einer Kerze kann als Beweis hierfür herangezogen werden. Die brennende Kerze wird über einer weißen Papierfläche aufgestellt und beleuchtet ein senkrecht stehendes Lineal, das auf seiner anderen Seite vom Tageslicht beleuchtet wird. Der vom Tageslicht hervorgerufene und nur von der Kerze beleuchtete Schatten des Lineals sieht dann rot aus, während der von der Kerze erzeugte und nur vom Tageslicht getroffene Schatten des Lineals im Gegensatz zu der übrigen von beiden Lichtquellen beleuchteten weißen Papierfläche blau aussieht.

Auch mancherlei *Erscheinungen in der Natur* lassen uns die großen Veränderungen erkennen, denen das Aussehen der Körperfarben unterworfen ist. Andererseits gibt die hier besprochene Betrachtungsweise ein einfaches Mittel zur Erklärung dieser Erscheinungen an die Hand. Es sei hier nur kurz auf die blaue oder grüne Farbe des in dünnen Schichten farblosen Wassers der Meere, auf die blaue Farbe des wolkenlosen Himmels und dessen rote Färbung bei Sonnenauf- oder -untergang hingewiesen. Durch die Änderungen, welche das natürliche Tageslicht hierbei erfährt, werden auch manche sekundäre, merkwürdige Farbenerscheinungen hervorgerufen, wie z. B. das Alpenglühen, wobei die weißen Schneeflächen in roten Farbentönen erscheinen.

Mit meinen Ausführungen hoffe ich gezeigt zu haben, daß die zahlenmäßige Darstellung der Farben keine unüberwindlichen Schwierigkeiten bereitet. Wenn erst ein einfacher Farbenmesser in der Art des hier beschriebenen sich in größerem Maßstabe eingeführt und praktisch bewährt hat,

wird die zahlenmäßige Bezeichnung und Unterscheidung der Farben ohne Zweifel auf manchen Gebieten sich durchführen lassen und nicht zu unterschätzende Vorteile mit sich bringen.

Über die Entwicklung der Serradella auf leichten und schweren Böden und ihren großen wirtschaftlichen Wert mit Berücksichtigung von Impfungen.

Von Dr. B. Heinze, Halle a. d. S.

Der pflanzenkundliche Name der in manchen Gegenden des Deutschen Reiches schon ziemlich lange Zeit regelrecht angebauten Serradella ist Ornithopus sativus. Man sollte sie auch danach möglichst nur als „großen Vogelfuß" oder „große Klauenschote" bezeichnen, wie es früher meist auch geschah. Leider hat sich aber allmählich immer mehr der fremde Name eingebürgert.

Eine bei uns wildwachsende Art (Ornithopus perpusillus) dürfte jedenfalls selten anders, als „kleiner Vogelfuß" oder „kleine Klauenschote" genannt worden sein. Vor allem dürften die deutschen Bezeichnungen sofort verständlicher sein, als der fremde Name Serradella. Im übrigen wird diese wichtige Hülsenfruchtpflanze deshalb „Vogelfuß" oder „Klauenschote" genannt, weil die aus den Blütenkelchen herabhängenden Hülsen den Krallen oder Klauen der Vögel außerordentlich ähnlich sehen. Bisweilen wird die Pflanze auch „Krallen*klee*" oder „Vogelklee" und „Vogelkralle" sowie „Klee des Sandes" genannt.

Der *wildwachsende Vogelfuß* ist bei uns seit alter Zeit als gute Weidepflanze wohl bekannt. Er ist aber in neuerer Zeit an vielen Orten nur noch sehr spärlich vorhanden und infolge der immer weiter fortgeschrittenen, regelrechten Bebauung von Äckern, Wiesen und Weiden vielfach sogar ganz verschwunden. Häufiger trifft man das kleine Pflänzchen jedenfalls nur noch auf Weideplätzen und in feuchteren Laubwäldern an. Es bleibt im allgemeinen sehr klein und erhebt sich kaum merklich über den Boden. Meist kriecht es dicht am Boden hin, und nur unter besonderen Entwicklungsbedingungen[1]), auf die hier nicht näher eingegangen werden soll, kann man die Pflanze auch zu einem mehr aufrechten Stande heranziehen. Der kleine Vogelfuß ist an seiner schwächeren Bauart und an seinen für gewöhnlich rötlichbunt gefärbten Hülsen leicht erkennbar. Als Weidepflanze wird er besonders von den Schafen sehr gern genommen. Man trifft ihn meist auf grobsandigen und lehmigsandigen Böden an, die genügend feucht sind. Mehr noch liebt er einen etwas feuchteren Boden, wo er freilich unter Umständen von anderen, schnellwüchsigen Pflanzen leicht vollständig unterdrückt werden kann. Er gedeiht auch ganz gut auf moorigen und anmoorigen Böden, ja er wächst unter besonderen Bedingungen (bei ausreichender Zufuhr von Kalk, P_2O_5, usw.) sogar auf *rohem* Moorboden ganz vorzüglich. Nach den bisher angestellten Versuchen scheint der kleine Vogelfuß zum regelrechten Anbau wenig oder nicht geeignet zu sein. Nach neueren Beobachtungen des Verf. bildet diese wildwachsende Hülsenfruchtpflanze auf schwereren Böden und besonders auf moorigen Böden außerordentlich reichlich Knöllchen: Sie bildet hier auch meist ein sehr kräftiges Wurzelwerk aus. Nach den Angaben in Fachbüchern und Fachschriften, soweit sie dem Verf. bisher bekannt geworden sind, scheint übrigens gerade beim wilden Vogelfuß zum ersten Male die überaus wichtige Knöllchenbildung der Hülsenfruchtpflanzen beobachtet bzw. näher beschrieben worden zu sein, und zwar gegen Ende des 16. Jahrhunderts[1]). Überall wird freilich nur von winzig kleinen Knöllchenbildungen gesprochen. Im Gegensatze dazu konnte Verf. auch bei der wilden Klauenschote auf schwereren Böden und in Moorböden neben sehr vielen kleinen, meist runden Knöllchen auffallend viel große, verzweigte, oft korallenartig geformte Knöllchen beobachten, sobald man nämlich eine besondere Impfung vorgenommen hatte und die Pflanzen in Töpfen bei guter Durchlüftung des Bodens heranzuziehen suchte. — Für die ganze Frage der Knöllchenbildung bei Leguminosen sind alsdann die Beobachtungen des Verf. nicht unwichtig, nach denen der wilde Vogelfuß auch in ganz rohem (unbearbeitetem und unbebautem) Moorboden ohne jede Impfung Knöllchen bildet, und zwar keineswegs vereinzelt, sondern auffallend zahlreich. Die Farbe der Blätter blieb freilich zunächst noch gelbgrün. Erst durch eine Impfung erhielt man schön dunkelgrüne, üppigere Pflanzen mit noch reichlicherer Knöllchenbildung, als sie ungeimpfte Pflanzen zeigten: Ebenso durch geringe N-Gabe.

Von dieser hier kurz besprochenen, wilden Vogelfußart oder Klauenschotenart stammt nun aber keineswegs auch die bei uns in Deutschland regelrecht *angebaute Klauenschote* ab. Diese stammt von einer höher heranwachsenden Art, die auf der pyrenäischen Halbinsel heimisch ist; sie wird dort viel angebaut und kommt in Spanien, Portugal, Nordafrika auch wild vor (neben einigen anderen wilden Arten). Sie wurde in Spanien, Portugal, Frankreich, vereinzelt auch in England jedenfalls schon viel länger als bei uns angebaut. Der fremde Name Serradella wird in neuerer Zeit auch in Deutschland vorwiegend gebraucht. Nach *Blomeyer* darf dieser Name jedoch keineswegs

[1]) Besonders bei geeigneter Beschattung und guter Durchlüftung des Standortes.

[1]) Nach einer Mitteilung (in *Dalechamps* „Historia generalis plantarum". Lugduni (Lyon), 1587, S. 486), die sich im *Centralblatt für Agrikulturchemie* 1891, Bd. 20, S. 854, wiedergegeben findet. (Hinweis der Schriftleitung auf die betreffenden Bemerkungen von Prof. Dr. *Körnicke* in dessen pflanzengeschichtlichen Forschungen.)

von Serra da Estrella, wie v. *König* (in einer besonderen Schrift „Die Serradella, der Klee des Sandes) annehmen zu dürfen glaubt, abgeleitet werden; ferner soll man den Namen Serradella nach *Blomeyer* auch nicht von dem französischen serre, die Klaue oder Kralle ableiten (was wohl angängig wäre), sondern von dem spanischen serrar, sägen, serado, gesägt, gezähnt. Ja, es gibt sogar den spanischen Namen Serradilla, Sägekraut. Das ist nach *Blomeyer* unsere jetzt weit verbreitete Nutzpflanze. Wie von ihm hinzugefügt wird, gibt es vielleicht ebenso wie die Pflanze so auch das Wort im Portugiesischen, wo es dann freilich Serradela oder Serradilho heißen müßte. Zu uns ist die Pflanze dann erst auf Umwegen, wahrscheinlich über Frankreich oder Belgien, gekommen.

Die auch in Deutschland jetzt vielfach angebaute Serradella wird übrigens in einzelnen Gegenden mit einer gewissen Vorliebe noch als „Klee des Sandes" bezeichnet. Ihr Anbau ist seit einigen Jahrzehnten jedenfalls auch bei uns schon recht weit verbreitet. Nach früheren, ergebnislosen Versuchen ist sie wahrscheinlich erst seit wenig mehr als 50 Jahren aus Südwesteuropa — auf dem erwähnten Umwege — bei uns wieder eingeführt worden. Die Serradella ist dann aber ziemlich schnell in weiten Gebieten des Reiches heimisch geworden und hat jetzt in manchen Gegenden sogar eine überaus große, früher ganz ungeahnte Bedeutung erlangt.

Neben der Feig- oder Wolfsbohne (Lupine) hat gerade die Serradella jedenfalls mit den hervorragendsten Platz unter den neueren Nutzpflanzen gewonnen; vor allem ist ihre Entwicklung auch auf schwereren und selbst auf schwersten Böden oft eine ganz vorzügliche: Nach den sehr umfangreichen, eigenen Untersuchungen des Verf., wie auch nach mancherlei Versuchen und Beobachtungen anderer Versuchsansteller, nimmt die Serradella (ebenso wie die Lupine) keineswegs irgendwie eine Ausnahmestellung in bezug auf die leichteren, sandigen Böden ein, wie dies in landwirtschaftlichen Lehrbüchern früher behauptet wurde und auch gegenwärtig in den Fachschriften vielfach noch betont wird. Die Entwicklung der Serradella ist vielmehr auf manchen schweren Böden oftmals schon eine derartig üppige gewesen, wie sie auf den für sie geeignetsten Sandböden noch nirgends beobachtet wurde.

Nachdem der Verf. früher an anderem Orte schon wiederholt Näheres über die Entwicklung des Krallenklees, besonders auf Lauchstedter und auf anderen schweren Böden berichtet hatte, wurde neuerdings verschiedentlich zunächst noch einiges über die allgemeine und besondere Entwicklung dieser Pflanze nachgetragen. Vor allem aber wurde auch einmal der große Anbauwert und wirtschaftliche Wert dieser wichtigen Stickstoff sammelnden Hülsenfrucht als „Gründüngungspflanze" und als „Futterpflanze" auf beiderlei Bodenarten einer besonderen Besprechung unterzogen. Im folgenden möge ein kurzer Auszug aus allen bisherigen größeren und kleineren Mitteilungen[1]) wiedergegeben sein.

Das Aussehen der Serradella ist zwar im allgemeinen nicht näher bekannt — d. h. wenn man von Pflanzenforschern, Landwirten und Lehrern absieht —; es kann aber im Rahmen eines kurzen zusammenfassenden Berichtes natürlich nicht ausführlicher besprochen werden. Daher mag hier in aller Kürze nur an einige besondere Dinge ihres Baues erinnert sein: Die meist aufstrebenden Stengel mit ihren zahlreichen, unpaarigen Fiederblättchen neigen später bei üppigerem Wachstum der Pflanzen sehr zum Lagern. Sie kriechen oft (zumal bei einem nicht geschlossenen Stande) weit am Boden hin. Stengel und Blättchen sind ziemlich stark behaart. Nach allen älteren Angaben soll die Serradella nur etwa 20 bis 60 cm lang werden. Nach neueren Beobachtungen von uns und anderen erreicht sie jedoch oft eine Höhe von 150 cm und mehr und in Lauchstedt konnte Verf. schon wiederholt zwei Schnitte von 1 m und darüber nehmen lassen. Auch mag besonders betont sein, daß die Farbe bei fehlender oder mangelhafter Knöllchenbildung und schlechter Entwicklung hell, gelbgrün, bei reichlicher Knöllchenbildung und freudigem Wachstum jedoch schön dunkelgrün ist. Die Blüten haben eine blasse rötliche Farbe; vor allem aber blüht die Serradella lange Zeit hindurch, bis in den Spätherbst hinein in schöner, reicher Blüte. Die geschnäbelten, 4—5gliedrigen Samenhülsen sitzen zu 2 bis 3 an dünnen Stielen. Die Serradella reift sehr ungleichmäßig. Ihr ausgereifter Same ist mausgrau oder bräunlichgrün. Eine Selbstbefruchtung ist möglich, indessen erfolgt wohl meist Fremdbefruchtung. Das reichliche Wurzelwerk ist weißlich, mit sehr zahlreichen, rötlich gefärbten Knöllchen besetzt, und zwar meist in Form von kleinen Kügelchen, die den Wurzeln seitlich ansitzen, vielfach aber auch in Form von korallenartig verzweigten, auffallend großen Knöllchen. Die Hauptwurzel bleibt wie eine Art Pfahlwurzel vorherrschend und entsendet viele Nebenwurzeln. Die erste ist leicht ablenkbar und

[1]) Vgl. hierzu u. a. besonders die Arbeiten des Verfassers in den *Jahresberichten für angewandte Botanik* (Berlin, Gebr. Borntträger), *1907*: „Neuere Beobachtungen beim Anbau von Serradella und Lupine auf schwerem Boden" (S. 161—199); *1910*: „Über die Mitwirkung und den praktischen Wert der Mikroorganismen bei der Stickstoffversorgung des Bodens und der Pflanzen" (S. 29—78); *1913*: „Einige weitere Beiträge zur Kultur der Leguminosen mit besonderer Berücksichtigung der Stickstoffernährung" (S. 75 bis 114). Ferner auch *Landwirtschaftliche Jahrbücher* 1910, Ergbd. *III*, 6. unter bodenbakteriologischen Untersuchungen 3: „Versuche über Knöllchenorganismen und Leguminosen" bzw. ebenda im *Lauchstedter Jahresbericht:* „Über den Anbau von Serradella und Lupine auf schwerem Boden". Verschiedene Aufsätze des Verf. über den Anbau und die Entwicklung des Krallenklees finden sich u. a. auch in den *Landwirtschaftlichen Mitteilungen für die Provinz Sachsen* 1908—1913 bzw. in der *Proskauer Obstbauzeitung.*

bildet zuweilen auch einige stärkere Seitenwurzeln aus, die sie an Dicke nahezu erreichen.

Die Entwicklung der Serradella erfolgt anfangs sehr langsam. In den ersten 7—8 Wochen, bei trocknem Wetter noch länger, ist keine nennenswerte Entwicklung zu sehen; die erste Entwicklung ist jedenfalls auffallend kümmerlich, dann aber geht sie schnell und kräftig weiter. Die Lebensdauer wurde bisher meist viel zu niedrig angegeben. Sehr wichtig ist in züchterischer und wirtschaftlicher Hinsicht die Tatsache, daß die Serradella sehr wenig frostempfindlich ist und den Herbstfrösten z. B. viel besser als Stoppelklee zu widerstehen vermag. Auch die junge, im zeitigen Frühjahr bestellte Serradella ist nur wenig frostempfindlich. Beachtenswert ist beiläufig, daß junge Serradella (aus dem Spätsommer) selbst bei mangelhafter Schneedecke und starker Kälte zuweilen überwintert und sich auch sehr erfreulich weiterentwickelt. Für den landwirtschaftlichen Betrieb wäre es jedenfalls sehr wichtig, wenn es gelingt, für manche Böden und Gegenden besondere, winterharte Klauenschotenarten zu züchten.

Auf Grund der *Ansprüche der Serradella an Boden und Witterung* wurde schon erwähnt, daß sie nicht mehr als ausgeprägte Sandbodenpflanze betrachtet werden kann. Auch ist nach neueren Beobachtungen des Verf. und anderer Versuchsansteller ein höherer Kalkgehalt des Bodens oder Kalkungen im allgemeinen nicht im geringsten für ihre Entwicklung ungünstig. Eine auffallende „Kalkfeindlichkeit", wie man dies häufig hören kann, besteht für Serradella ebensowenig, wie für die Lupine, wenigstens nicht für die schwereren Böden. Ebenso dürften Mergelböden keineswegs so ungeeignet für den Serradellabau sein, wie dies immer hingestellt wird. Lehmige und humose Böden scheinen sich nach allen bisherigen Erfahrungen allerdings besonders gut für den Serradellabau zu eignen. Sehr schöne Erfolge können auch auf manchen Moorböden mit Impfungen — in Form von „Impferden" oder in Form der bekannten künstlichen Impfstoffe des Handels (s. unten) erzielt werden. Für etwas mehr Feuchtigkeit, als für Lupine gerade noch ausreichend ist, ist die Serradella im allgemeinen sehr dankbar, indessen entwickelt sie sich auch auf recht trockenen Sandböden ganz vorzüglich. Mit Recht führen viele Gemeinden ihren beginnenden Wohlstand auf den erst neuerdings ermöglichten Anbau von Krallenklee zurück, was durch geeignete „Impfungen" oder auch ohne jede Impfung durch einen wiederholten Anbau auf dem gleichen Feldstücke erreicht werden kann. — und nach manchen Berichten ist es geradezu erstaunlich, was zuweilen selbst auf ärmlichsten Böden, wo kaum etwas Holz, kaum einige Sträucher wachsen wollen, mit geimpftem Krallenklee bzw. durch dessen wiederholten Anbau (also auch ohne jede Impfung, dann aber meist etwas auf Kosten der Zeit) als Gründüngungs- und Futterpflanze erzielt werden kann.

Auch im Obst- und Gartenbau (s. obige Fußbemerkung über Serradellaarbeiten und Aufsätze), besonders aber *in der Forstwirtschaft*[1]) wird seit einigen Jahren die Gründüngung mit Impfung der Serradella oder von anderen Hülsenfrucht- bzw. Kleepflanzen[2]) sehr erfolgreich in Anwendung gebracht, und zwar nicht nur in jungen Anpflanzungen, sondern auch in etwas älteren Beständen, vor allem dann, wenn es z. B. gilt, Nadelhölzer in ihrem Wachstum zu fördern oder Ödländereien der verschiedensten Art aufzuforsten[3]). Ein Teil der Pflanzenmassen kann zur Gründüngung, ein anderer Teil aber auch zur Wild- und sonstigen Fütterung benutzt werden.

Die Mehrerträge zugunsten einer geeigneten Impfung sind meist ganz gewaltige. Die ganze Entwicklung der Serradella hängt allerdings von mancherlei Umständen ab, die z. T. schon erwähnt sind, z. T: aber auch erst noch besprochen werden müssen. Jedenfalls weisen alle bisherigen wissenschaftlichen und Betriebsversuche deutlich genug auf den überaus großen Wert einer Impfung überall dort hin, wo eine solche angebracht ist und sachgemäß ausgeführt wird, wie z. B. besonders beim Auftreten von Pflanzenkrankheiten, etwaigen Bodenmüdigkeitserscheinungen, beim seltenen Anbau der Serradella und bei ihrem Anbau auf Neuland. Was man durch eine geeignete Impfung der Serradella erzielen kann, das kann man aber in vielen Fällen auch ohne jede Impfung — zunächst freilich auf Kosten der Zeit, durch ihren wiederholten Anbau auf Neuland — geradezu erzwingen, und zwar auf der gleichen Fläche, wie oben schon betont wurde. Einige hier auszugsweise wiedergegebene Zahlen für Serradella als Hauptfrucht beweisen dies sehr deutlich. S. Tabelle auf S. 342.

Diese Erscheinung erklärt sich nach unseren bisherigen Kenntnissen in der ganzen Frage u. a. daraus, daß sich auf allen Feldstücken, welche für Serradella als Neuland angesehen werden müssen, die besonderen Erbsen- oder Bohnen- (Vicia faba-) Organismen usw. erst allmählich an Serradella mit ihrem stärker sauren Wurzelwerk anpassen müssen und auch anpassen. Ohne weiteres können sich jedoch die knöllchenbilden-

[1]) Vgl. hierzu die Mitteilungen des Verf. in den *Landw. Mitt. f. d. Provinz Sachsen* 1910, Nr. 51: „Einiges über den Leguminosenbau in seiner Bedeutung für die Forstwirtschaft."

[2]) In der Forstwirtschaft werden auch knöllchenbildende Nichtleguminosen, wie z. B. Erlen, Sanddorn, Ölweiden, vielfach als Stickstoffsammler (als „Ammen" für die Holzgewächse) benutzt.

[3]) Vgl. hierzu auch die Mitteilungen des Verf. über „Die besondere Bedeutung einer verstärkten Bodendurchlüftung für Bodenorganismen und Pflanzenbau" in der Schrift von Oberlandmesser *M. Friedersdorff*, Prof. Dr. *P. Holdefleiss* und Dr. *B. Heinze:* „Über eine neue Methode der Bodendurchlüftung in ihrer wissenschaftlichen und praktischen Bedeutung für die Landwirtschaft" (Sonderabdruck aus der *Deutschen landw. Presse* 1912, S. 36. Verlag P. Parey, Berlin: Besprochen in dieser Zeitschrift 1913, Nr. 27, S. 653).

Einige Beispiele von Versuchen des Verf. mit Serradella auf schwerem Boden (Lauchstedt).

Entwicklung der Serradella und Ernte nach verschiedener Vorfrucht:	Knöllchenbildung und Farbe der Serradella	Frisch- Trockenmasse Doppelzentner auf 1 ha		*Stickstoff (N)* in % der Trockenmasse Wurzeln	oberird. Masse	*Stickstoff* kg für 1 ha	Ohne jede Impfung ähnliche Entwicklung der Serradella beim ersten Anbau
Nach Senf (1. Anbau)	keine Knöllchen. Farbe: hell, gelbgrün	152 dz	29 dz	1.32 %	1.93 %	52 kg	*nach Hackfrucht und Getreide*
Nach Pferdebohnen [Vicia faba]. (1. Anbau)	keine Knöllchen. Farbe: hell, gelbgrün	226 „	37 „	1.10 „	2.02 „	68 „	*nach Erbsen usw.*
Nach Serradella (2. Anbau)	allgemein viel Knöllchen, Farbe: tief dunkelgrün	331 „	51 „	3.65 „	2.62 „	134 „[1]	*nach Lupinen* (einmal)
Nach Serradella (3. Anbau)	allgemein viel Knöllchen. Farbe: tief dunkelgrün	461 „	71 „	3.44 „	3.03 „	217 „[1]	*nach Lupinen* (zweimal)
Nach Serradella (2. Anbau) (sehr frühzeitig)	allgemein viel Knöllchen, Farbe: tief dunkelgrün zwei Schnitte von 1 m Höhe und eine Weide	756 „	117 „	2.76 „	3.30 „	376 „[1]	*nach Lupinen.*

Bemerkung: Sämtliche Serradellaflächen wurden ohne irgendeine Impfung der Serradella bebaut.

[1]) Ähnliche Entwicklung und Ernten aber auch beim ersten Anbau *mit* Impfungen („Impferden" oder mit künstlichen „Impfstoffen"): Noch weit größere Unterschiede zwischen geimpfter und ungeimpfter Serradella sind meist auf stickstoffarmen (N) Böden vorhanden; in ähnlicher Weise auch größere Unterschiede zwischen *ungeimpfter* Serradella 1. Anbau und 2. Anbau bzw. dessen 1. und 3. Anbau auf N-armen Böden.

den Mikroben der Lupine und der Serradella vertreten, da deren Wurzeln annähernd gleichen Säuregehalt haben. Infolgedessen entwickelt sich Serradella beim ersten Anbau nach Lupinen ebenso üppig, als wenn sie auf dem betreffenden Stücke schon wiederholt angebaut worden wäre. Nach unseren bisherigen mannigfachen Versuchen muß daher (im Gegensatz zu *Hiltners* neuerer Ansicht, nach welcher vorläufig zwei vollständig verschiedene Arten angenommen werden) die *ältere Ansicht von Hiltner*, nämlich die *Arteinheit aller Leguminosenorganismen*, mit etwaigen weitgehenden „Rassenverschiedenheiten" aufrechterhalten werden.

Eine ähnlich gute Entwicklung und Ernte der Serradella, wie beim wiederholten Anbau ohne Impfung, kann übrigens auch erzielt werden, wenn beim erstmaligen Anbau der Frucht auf Neuland eine Impfung mit dem künstlichen Impfstoffe der Serradella- oder Lupinenorganismen oder aber eine solche mit gesunder, frischer „Serradella- oder Lupinenerde" (Rohimpfstoffen) vorgenommen wird.

Übrigens haben selbst die geeignetsten Sandböden bisher noch nicht solche gewaltige Ernten und Stickstoffmengen hervorgebracht, wie sie schon oft auf schweren Böden beobachtet wurden. Auch anderweitig wurden ähnlich günstige Beobachtungen gemacht. In manchen Jahren scheint sogar die Serradella — nach einigen vorläufigen vergleichenden Versuchen — bedeutend mehr Grünfutter und Heu zu bringen, als die sonst meist angebauten Grünfutterpflanzen Klee, Luzerne und Esparsette (auch Espar, Schett oder Süßklee genannt). Auf vielen schwereren Böden sind für die Serradella auch noch die besseren Wasserverhältnisse bei längerer Trockenheit wohl zu beachten und zu würdigen. Der Krallenklee kann auf solchen länger anhaltende Trockenheit im allgemeinen weit besser überstehen, als auf den meisten Sandböden. So hat er z. B. in dem sehr trockenen Jahre 1911 auf Lauchstedter Boden auffallend weniger als Rotklee gelitten. Im übrigen entsprechen den (in der beigegebenen Zahlenzusammenstellung) aufgezeichneten Stickstoffmengen (N) von etwa 200 bis 400 kg N — im Höchstfalle — ungefähr 1400—2400 kg Eiweiß oder Salpeter auf 1 Hektar, wenn man die N-hal-

tige Trockenmasse auf die hier genannten Stickstoffverbindungen umrechnen würde. Das sind jedenfalls ganz gewaltige N-Ernten.

(Schluß folgt.)

Besprechungen.

Witte, Hans, Raum und Zeit im Lichte der neueren Physik. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1914. 84 S. und 17 Abbild. Preis M. 2,80.

Die kurzen Darstellungen der physikalischen Tagesfragen, die die „Sammlung Vieweg" bilden, machen leider häufig den Eindruck, als seien sie durch Wegstreichen des Textes aus den ausführlichen Originalabhandlungen entstanden, derart, daß eine Ansammlung von Formeln übrig geblieben ist. Um so erfreulicher ist es, wenn man auf eine gemeinverständliche Darstellung im besten Sinne stößt. Herr *Hans Witte* hat es verstanden, unter Fortlassung alles mathematischen Ballastes die grundlegenden Gedanken der Relativitätstheorie so vorzutragen, daß jeder Leser von gesundem Menschenverstande die Probleme und ihre Lösung verstehen muß. Dabei benutzt er als wertvolles Hilfsmittel ein mechanisches Modell; nichts ist für den „Skeptiker", dessen Vorstellungskraft zur Auffassung der Relativität von Raum und Zeit nur schwer ausreicht, überzeugender, als wenn er die Verkürzungen der Maßstäbe und den Gang der Uhren in Holz und Messing vor Augen sieht. Auch dadurch zeichnet sich das kleine Buch vorteilhaft aus, daß das edle Werkzeug der deutschen Sprache nicht mit jener Verächtlichkeit gehandhabt wird, die in naturwissenschaftlichen Veröffentlichungen die Regel geworden ist.

M. Born, Berlin.

Hupka, E., Die Interferenz der Röntgenstrahlen. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn, 1915. 68 S., 33 Fig. und eine Tafel in Lichtdruck. Preis M. 2,60.

Das vorliegende Bändchen dieser handlichen Sammlung enthält ein ausführliches Referat der wichtigsten Arbeiten über Röntgenstrahleninterferenzen. Nach kurzer Besprechung der „Impulstheorie" und des Unterschiedes von „weißer" und „homogener" Röntgenstrahlung folgt ein Bericht über die ursprüngliche Laue-Friedrich-Knippingsche Arbeit und die Wiedergabe der Laueschen Theorie, wie sie im Anschluß an diese Arbeit von *Laue* sofort entwickelt wurde.

Auf die Laueschen folgen die Braggschen Vorstellungen von der Spiegelung der Röntgenstrahlen an Netzebenen der Kristallstruktur und der nach *Wulff* vorgetragene Beweis der Übereinstimmung beider Anschauungen in bezug auf alle geometrischen Eigentümlichkeiten des Beugungsbildes.

Die Spektrometerarbeiten von *Bragg* und *Moseley* und *Darwin* sind der Gegenstand des nächsten Kapitels — bei dem der Referent die Erwähnung der Herwegschen Messungen leider vermißt hat, obwohl *Herweg* zu den Pionieren der photographischen Spektrometermethode gehört.

Die Schlüsse, die zur Strukturbestimmung bei Steinsalz, Sylvin, Diamant geführt haben, werden nach den Braggschen Arbeiten dargelegt.

Zwei weitere Abschnitte über die Beugung an mikrokristallinen und amorphen Körpern, sowie über die Beugung von γ-Strahlen (Rutherford und Andrade) beschließen das Buch.

Die Darstellung schließt sich überall aufs engste an die Originalarbeiten an. Bei einem in so schnellem Fortschritt begriffenen Gebiete wie dem hier behandelten hat dies den Nachteil, daß nach verhältnismäßig kurzer Zeit bereits manches in der Darstellungsweise als unzweckmäßig erkannt ist, was in der Originalarbeit noch zu Recht bestand. So geht es z. B. der Laueschen Formel selbst, die erst für die schwierigeren Fragen der Intensitätsverteilung unentbehrlich ist. Die allein in dem Hupkaschen Buch behandelten geometrischen Folgerungen der Laueschen Theorie werden besser aus der einfachen Betrachtung des Gangunterschiedes benachbarter Atome hergeleitet, die uns allen von der schulmäßigen Behandlung des optischen Beugungsgitters her geläufig ist. Ebenso empfinden wir es heute als überflüssig, die Wulffsche Rechnung vorzutragen, da man aus den Gleichungen für die Gangunterschiede ablesen kann, daß es auch nach der Laueschen Theorie stets eine Netzebene der Kristallstruktur gibt, welche durch Reflexion den Interferenzstrahl aus dem Hauptstrahl abspaltet.

So wenig man dem Verfasser einen Vorwurf daraus machen kann, daß er sich an die ursprünglichen Darstellungen gehalten hat, so sehr notwendig erscheint es dem Referenten doch, darauf hinzuweisen, daß die Darstellung bei größerer Freiheit des Verfassers an Einfachheit und Durchsichtigkeit noch erheblich hätte gewinnen können.

Die Beugung der Röntgenstrahlen läßt sich genau so elementar behandeln, wie die Beugung am Beugungsgitter (eindimensionaler Fall), und in Anbetracht des großen Interesses, das die Erscheinung für unsere gesamte Naturerkenntnis hat, ist es durchaus zu befürworten, daß sie in den Schulunterricht aufgenommen werde. Hierzu ist das erste Erfordernis, daß die Theorie in der einfachsten Form Verbreitung finde. Dieses Ziel strebt das Hupkasche Buch nicht an und es war nötig, das zu betonen, weil das Büchlein gewiß von den Physiklehrern als willkommenes Hilfsmittel benutzt werden wird, um sich über dies neue Gebiet der theoretischen wie experimentellen Physik zu orientieren.

P. P. Ewald, München.

Zoth, O., Über die Natur der Mischfarben auf Grund der Undulationshypothese. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1914. 38 S., 3 Figuren und 10 Tafeln. Preis M. 2,80.

Das Buch enthält im wesentlichen auf zehn großen Tafeln graphische Konstruktionen von Interferenzkurven zweier Sinuswellen in solchen Frequenz- und Amplitudenverhältnissen, wie sie die Lichtwellen bei der Erzeugung der Mischfarbenempfindung besitzen. Insbesondere sind die Frequenzverhältnisse der einzelnen *Komplementärfarbenpaare* berücksichtigt und zum Vergleich sind daneben die entsprechenden Interferenzkurven der Wellen eingezeichnet, die als über- oder unterkomplementär durch ein zu großes oder zu kleines Frequenzintervall getrennt sind. Dabei versucht der Verfasser in der Gestalt der resultierenden Schwebungskurven für die Fülle mehr oder minder vollkommener Komplementärwirkungen *anschauliche* Unterschiede aufzufinden, die sich etwa dahin kennzeichnen lassen, daß möglichst scharf ausgeprägte Schwebungsmaxima, die durch weite flache Minima getrennt sind, die Reinheit der komplementären Weißempfindung begünstigen. Es handelt sich hierbei offensichtlich um eine graphisch-anschauliche Umschreibung der Erfahrung, daß gute Komplementärwirkung auf die Intervalle zwischen Quarte (1,33) und kleiner Terz (1,20) beschränkt ist. Der Verfasser jedoch verfolgt zwei an-

dere Ziele: Erstens glaubt er das objektiv im Raume fortschreitende und Interferenzschwebungen ausführende Wechselfeld *physikalisch* zu dem „Nur-Gleichzeitig-Vorhandensein" zweier Sinuswellen in Gegensatz bringen zu müssen, und zweitens versucht er die physiologische Weißempfindung einer bestimmten geometrischen Gestalt des aus der Interferenz resultierenden Wechselfeldes zuzuordnen. Es soll ganz allgemein die Weißempfindung durch ein in einzelne Gruppen abgehacktes und nicht in stetig zusammenhängenden Wellen fortschreitendes Wechselfeld hervorgerufen werden und der Verfasser will die scharfen Maxima in den Schwebungskurven der oben genannten günstigen Intervalle als abgehackte Folge einzelner Lichtimpulse direkt in Parallele setzen zu den statistischen Impulsen des Lichtes weißglühender Körper, dessen akustisches Analogon in einer regellosen Folge einzelner Knalle, d. h. einem Geräusch, Geknatter oder Gezisch zu suchen ist. Vom Standpunkt des Physikers sind die Ansichten des Verfassers schwerlich zu billigen, leider fehlt ein Vorwort, dem man entnehmen könnte, an welche Kreise sich die Darstellung wendet. Die äußere Ausstattung des Heftes, nicht zum wenigsten die Ausführung der Tafeln muß als vorzüglich erwähnt werden.

R. Pohl, Berlin.

Tables Annuelles de Constantes et Données Numériques de Chimie, de Physique et de Technologie. Publiées sous le patronage de l'association internationale des académies pour le comité international, nommé par le VII. congrès de chimie appliquée. Paris, Gauthier-Villars; Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H.; London, J. & A. Churchill; Chicago, University of Chicago Press. Band III. (*Konstanten aus dem Jahre 1912.*) 1914. LII. 595 S. Preis geh. M. 25,60.

Über Entstehung, Organisation, Anlage und Inhalt dieses Werkes ist in dieser Zeitschrift (*1*, [1913] 1128) bereits ausführlich berichtet worden.

Der dritte Band, welcher im Frühjahr 1914 erschien und die im Jahre 1912 gemessenen Konstanten der Physik, Chemie und Technologie enthält, weist keine grundlegenden Änderungen auf; im einzelnen dagegen ist das Streben nach Vervollkommnung wohl zu bemerken. Der auch hier ausgesprochene Wunsch, einem jeden Bande der Tabellen ein alphabetisches Stoffregister beizufügen, um die Benutzung zu erleichtern, konnte noch nicht erfüllt werden, weil die Kosten dafür den verantwortlichen Herausgebern im Verhältnis zum erzielten Nutzen zu hoch erschienen. Es ist aber erfreulicherweise in Aussicht gestellt, den fünften Band mit einem Generalregister dieser Art zu versehen. Überdies ist insofern eine Besserung eingetreten, als jetzt manchen umfangreicheren Kapiteln Inhaltsübersichten — nach Stoffen geordnet — vorausgeschickt sind, die die Auffindung einzelner Substanzen erleichtern. Insbesondere ist auch eine alphabetisch geordnete Tabelle der vorkommenden technisch wichtigen Stoffe — in vier Sprachen — aufgenommen.

Ein weiterer Fortschritt ist darin zu sehen, daß jetzt einzelne Teile des Werkes — Spektroskopie, Radioaktivität, Elektrizität, Magnetismus und Elektrochemie, Metallurgie und Ingenieurwesen, Mineralogie, Biologie — einzeln käuflich sind; dies wird der Verbreitung dieser Sammlung recht förderlich sein. —

Wer den Bestrebungen zur allgemeinen systematischen Verarbeitung der Forschungsergebnisse wohlwollend gegenübersteht und sie als wertvolle und notwendige Förderung der Forschung selbst betrachtet, wird jetzt nur mit Sorge auf die Zukunft der Jahrestabellen blicken. Ihre Grundlagen scheinen erschüttert, vielleicht gar zerstört. Daß der ruhige Fortschritt der Arbeit zurzeit stockt, ist wohl selbstverständlich und unvermeidlich. Wird es aber nach dem Kriege möglich sein, wieder alle wirkenden Kräfte zu sammeln und zur gemeinsamen Arbeit heranzuziehen? Das wird nicht nur von den Herausgebern und den Mitarbeitern abhängen, sondern auch von der Stimmung und den Ansichten aller der Körperschaften, die durch Geldzuwendungen überhaupt erst die Schöpfung dieses Werkes ermöglicht haben. Deswegen mag es auch hier ausgesprochen werden: Eine möglichst beschleunigte Wiederanknüpfung aller internationalen wissenschaftlichen Beziehungen muß erfolgen, sobald die Zeitumstände es überhaupt gestatten; nicht aus Gründen allgemeiner Menschlichkeitsideale, über die man ja sehr verschieden denken kann, sondern aus nüchternem nationalem Egoismus. Am Ausbau von Wissenschaft und Technik sind *alle* Kulturvölker beteiligt, und das Volk, das die Leistungen anderer am schnellsten benutzt und sich assimiliert, wird — bei sonst gleicher Leistung — rascher vorwärts kommen, als wer dies Hilfsmittel verschmäht. Diese Erkenntnis kann sich kaum irgendwie stärker aufdrängen, als wenn man in den Jahrestabellen die Ernte aller messenden Forschung aufgespeichert sieht, die nicht allein für die laufenden Bedürfnisse dient, sondern zum großen Teil die Saat für die künftigen Jahre darstellt. Für alle ist der Reichtum ausgebreitet, und wer ihn erwerben half, darf sich mit gutem Recht als Eigentümer fühlen.

Es sind sehr reale Dinge, die auf dem Spiele stehen, wenn der Austausch geistiger Güter nicht nach Kräften gefördert wird, und man darf daher wohl hoffen, daß kühle Überlegung die mehr oder minder berechtigten Gefühlsregungen beherrschen und unterdrücken wird. Sollte sich dann später zeigen, daß der reine Nützlichkeitsgedanke und unbeschränkter Volksegoismus in seinen Wirkungen den Zielen phantastischer Friedensfreunde und Menschheitsbeglücker einigermaßen nahe kommt, so wird das auch kein Schaden sein.

J. Koppel, Pankow.

Kleine Mitteilungen.

Mimicry bei Schlangen. In letzter Zeit ist der früher weit ausgedehnte Begriff der Mimicry sehr in Mißkredit gekommen. Man ist vielfach geneigt, die auffallende Übereinstimmung von Formen aus verschiedenen Gruppen des Tierreichs, die nebeneinander vorkommen, auf den Einfluß physikalischer oder chemischer Faktoren in der Ernährung oder im Klima zurückzuführen und eine durch Selektion herbeigeführte Schutzanpassung zu leugnen. Da ist es bedeutungsvoll, daß *Sternfeld* (Sitz. Ber. Ges. naturf. Freunde, Berlin 1913) bei Schlangen zahlreiche Fälle von Übereinstimmung in Färbung und Zeichnung nachgewiesen hat, die sich kaum anders als durch Mimicry erklären lassen dürften. Er zieht in erster Linie die amerikanische Giftschlangengattung Elaps heran, deren etwa 35 Arten sich durchweg durch eine rote und schwarze Ringelung auszeichnen, wovon sie den Namen Korallennottern tragen. Sie werden von etwa 60 Arten ungiftiger Schlangen aus 26 verschiedenen Gattungen nachgeahmt. Besonders bedeutungsvoll ist, daß die geographische Verbreitung der Nachahmer sehr genau mit der der Vorbilder übereinstimmt, während zahlreiche Arten der nachahmenden Gattungen, die ein anderes Verbrei-

tungsgebiet haben, nicht mimetisch gefärbt sind. Sehr auffallend ist auch die Übereinstimmung in der Größe. Die Elapiden schwanken etwa zwischen ½—1 m Länge, nur eine wird bis 1,9 m lang. Unter den nachahmenden Gattungen gibt es zahlreiche Arten, die von diesen Maßen nach oben oder unten abweichen; von allen sind aber ganz scharf nur Formen von 0,4—1 m mimetisch gefärbt, nur eine erreicht 1,95 m Länge und diese findet sich im Gebiete der 1,9 m langen Elaps. Gerade auf diese beiden Punkte ist der höchste Nachdruck zu legen, da nur solche Übereinstimmungen einen wirklichen Nutzen der Mimicry wahrscheinlich machen und andererseits durch die Beschränkung auf bestimmte Größen ein allgemeiner Einfluß der Umgebung ausgeschlossen wird. Niemals tritt der Fall ein, daß der Nachahmer in der Ausbildung der Zeichnungselemente sein Vorbild übertrifft, eine Erscheinung, die ebenfalls vom Standpunkte der angleichenden Wirkung äußerer Einflüsse ganz unverständlich bleiben müßte. In einzelnen zeigt der Verf., auf wie mannigfaltige Weise aus den verschiedensten Mustern die Angleichung an die Elapszeichnung erfolgt und wie die Ähnlichkeit mehr oder weniger vollkommen erreicht wird. Gelegentlich gerät die Selektion dabei durch Vereinigung ungeeigneter Elemente gleichsam in eine Sackgasse, aus der ein Übergang zu völliger Anpassung nicht mehr möglich ist, da er über weniger ähnliche Stadien führen müßte. Ähnliche Verhältnisse, wie für die Elapiden, weist Verf. auch für afrikanische und indische Schlangenformen nach. Besonders bemerkenswert sind die Nachahmer der durchweg auffallend geringelten giftigen Seeschlangen (Hydrophinen), weil sich unter ihnen außer harmlosen Schlangen auch einige Muräniden, aalartige Fische, finden. Auch hier tritt die auffällige Färbung der Nachahmer ganz streng nur dort auf, wo die Hydrophins-Vorbilder zu finden sind. Da in letzter Zeit gerade von zwei hervorragenden Reptilienkennern, *Gadow* und *Werner*, das Vorkommen von Mimicry bei Schlangen geleugnet wurde, besitzt diese Untersuchung von *Sternfeld* doppelten Wert. *O. St.*

Über die Möglichkeit, die **Sojabohne für die Zwecke der Volksernährung** heranzuziehen, sprach vor kurzem Dr. *W. Schieber* im Verein Österr. Chemiker. Die Kultur der Sojabohne (Glycine Soja), die zu den Schmetterlingsblütlern gehört, wird in Ostasien im größten Maßstabe betrieben. Die Produkte, welche aus den fermentierten Sojabohnen hergestellt werden, bilden den wichtigsten Nährstoff in den ostasiatischen Ländern. Die Fermentation der Bohnen wird in der Weise bewirkt, daß man die gekochten oder gequollenen Bohnen schimmeln läßt und sie hierauf unter Zusatz von Cerealien und Salz einer Nachgärung unterzieht. Man erhält auf diese Art entweder feste Würzen, in Japan Natto genannt, oder Pasten, die Miso heißen. Von diesem Miso werden in Japan pro Kopf und Tag 120 g verbraucht; ebenso groß ist der Bedarf in China. Schließlich beschäftigen sich in Japan allein 10,000 Fabriken mit der Herstellung von Saucen. Die bekannte Worcestershiresauce der Engländer ist nach japanischen Rezepten aus Sojabohnen hergestellt. Es ist aber auch möglich, aus der naturellen, nicht fermentierten Bohne Nahrungsmittel zu erzeugen. Sojamilch unterscheidet sich nur ganz wenig von Kuhmilch; durch Zusatz von Zucker zur Sojamilch kann man eine tadellose sterile Ersatzmilch herstellen, die sich sogar zu Trockenmilch verarbeiten läßt. Leider ist es nicht gestattet, dieses Produkt unter dem Namen Milch zu verkaufen. Aus Sojamilch kann man durch Anwendung von Käsereikulturen Sojadauerkäse jeglichen Geschmacks erzeugen. Aus dem Sojamehl, das keinen Kleber enthält, kann unter Zusatz von 30 bis 40 % Weizenmehl ein nahrhaftes Brot gebacken werden. Sojaschokolade ist von echter Schokolade nur durch den Mangel an Theobromin zu unterscheiden. Geröstete Sojabohnen geben einen guten Kaffeeersatz, der im Vergleich zu koffeinfreiem Kaffee billig ist. Eine Zumischung von 33 % Sojabohnen zum Kaffee ist im Geschmack noch nicht wahrnehmbar. Als Handelsprodukt ist die Sojabohne schon seit 30 Jahren bekannt. Freilich werden nur das Sojaöl in der Farbenindustrie und die Preßrückstände als Düngemittel und Viehfutter benützt. Gegen eine allgemeine Einführung der Bohne als Volksnahrungsmittel könnte man die leicht purgierende Wirkung des Sojaöls und die Möglichkeit einer Verfälschung der technischen Sojabohnen mit den giftigen Mondbohnen einwenden. Die Anbauversuche der Sojabohne in Europa und in Amerika, die seit den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts unternommen wurden, haben stellenweise sehr gute Resultate gezeitigt. *O. F.*

Edelmetalle in Bleiglätte. Vor einiger Zeit wollte der Landmesser *Schreiber* ein Platinvorkommen in Deutschland (Westfalen) entdeckt haben, was begreiflicherweise in weiten Kreisen Aufsehen hervorrief. *Schreiber* stützte sich bei seinen auch von anderen Seiten mit positivem Erfolg nachgeprüften Angaben auf ein von ihm aufgefundenes neues analytisches Verfahren, wodurch bisher nicht nachweisbare Platinmengen, besonders solche in kolloider Form, bestimmbar wurden. *Michel (Chem. Ztg.* 1, 6, 1915) bezweifelt diese deutschen Platinvorkommen und bestreitet die Richtigkeit der diesbezüglichen Analysen, weil die angewandten Reagentien und vor allem die Bleiglätte nicht platinfrei waren. *Michel* untersuchte einige Bleiglätten und konnte im Kilogramm immer einige Milligramme Platin nachweisen.

Wegen des Edelmetallgehaltes der Bleiglätte muß man auch allen Behauptungen über das Goldvorkommen im Meerwasser sehr skeptisch gegenüberstehen. *Loevy (Chem. Ztg. 95,* 287, 1915) fand im Jahre 1905 im Wasser der Ostsee Gold. Als er jedoch die von ihm zur Untersuchung angewandte, angeblich vollkommen edelmetallfreie Bleiglätte prüfte, konnte er in derselben wägbare Goldmengen ermitteln. *O. F.*

Ein neues Verfahren zur Massengewinnung von Hefe als Futtereiweiß. In Nr. 3 ds. Ztschr. 1913 wurde über die Hefe als Nahrungsmittel, Futtermittel und Heilmittel berichtet, in der Hauptsache nach den Berichten und *Arbeiten aus der Forschungs- und Lehranstalt für Gärungsgewerbe in Berlin*, im besonderen nach einer kleinen Schrift über die Hefeverwertung. Dabei wurde besonders betont, wie man fast in allen gewerblichen Betrieben auch die Nebenerzeugnisse und Abfallmassen immer mehr auszunützen strebt, und wie man so oft Werte von vielen Millionen Mark im Jahre unserer Volkswirtschaft zu erhalten sucht. In diesem Sinne verdienen besonders die neueren Arbeiten über die Hefeverwertung die volle Beachtung aller Volkskreise. Es ist schon vor längerer Zeit gelungen, durch geeignete Trocknung und teilweise Reinigung der Bierhefe eine Trockenhefe als vorzügliches Nahrungs- und Futtermittel zu gewinnen: es handelt sich hinsichtlich der Gesamtmenge dieser Überschußhefe nach vorsichtigen Schätzungen um wenigstens 70 Millionen kg Frischhefe

im Jahre, die nunmehr besser als früher verwertet werden können. Im Anschluß an die Besprechung jener Arbeiten sei hier einiges über ein *neues Verfahren zur unmittelbaren Massengewinnung von Hefeeiweiß* aus Zucker und Salzen nachgetragen. Nach den vorläufigen Mitteilungen vom Leiter der Lehranstalt, Geh. Regierungsrat Prof. Dr. *Delbrück (Zeitschrift für Spiritusindustrie* u. a.) wurde es gefunden unter Berücksichtigung und Verwertung der Erfahrungen, die bei der Gewinnung anderer Hefe hätten gesammelt werden können. Im übrigen gründet es sich besonders auf die Versuche von Dr. *Haydak* und Dr. *Nagel*. Es gelang ihnen, in Nährlösungen mit schwefelsaurem Ammoniak und Zucker (oder zuckerhaltigen Stoffen und damit wahrscheinlich auch aus Stoffen, die erst bei besonderer Behandlung Zucker liefern) unmittelbar große Hefemassen als Futtereiweiß (unter Umständen auch als Nähreiweiß für die Menschen) zu erzeugen. Es ist eine Futterhefe mit über 50 % Eiweiß. Die so erzeugten Hefemassen sollen in ähnlicher Weise, wie es schon mit der Brauerei-Überschußhefe geschieht, als Trockenhefe im Handel vertrieben werden. Die Trockenhefe ist nach unseren früheren Erörterungen ein ausgezeichnetes Futtermittel für Tiere aller Art, besonders auch für Pferde.

Das neue Verfahren der Massenhefegewinnung ist auch wissenschaftlich sehr bedeutungsvoll, weil in verhältnismäßig sehr kurzer Arbeitszeit aus dem Ammoniak-Stickstoff Nähreiweiß gewonnen werden kann. Freilich war schon längst bekannt, daß die Hefe in sonst geeigneten Nährlösungen bis zu einem gewissen Grade sich auch von Ammoniak und anderen Stickstoffverbindungen ernähren und recht gut vermehren kann, und daß sie, z. B. in stickstoffarmen Mosten, die vergoren werden sollen, für eine Zufuhr von N in Gestalt von Asparagin oder von billigerem Ammoniumchlorid sehr dankbar ist. Jedoch war es bisher noch nicht geglückt, auf der bisher schon lange bekannten Grundlage auch ein brauchbares Verfahren zu ihrer Massenerzeugung auszuarbeiten. Dies ist nun nach *Delbrücks* Mitteilungen so vollkommen gelungen, daß dessen wirtschaftliche Ausnutzung nur davon abhängt, ob auch die notwendigen Rohstoffe in ausreichender Menge bereit gestellt werden können. Jedenfalls wird man sich vom Auslande unabhängig machen können, wenn es wirtschaftlich zweckmäßig sein sollte. Bisher wurden gerade die eiweißreichen Kraftfuttermittel zum größten Teil aus dem Auslande bezogen, während die kohlehydratreichen Stoffe in Gestalt von Hackfrüchten aller Art im allgemeinen in ausreichenden Mengen vorhanden waren. Die neuen Trockenhefemassen können leicht als Ersatz für ausländische Ölkuchen, Futtergersten und ähnliche eiweißreiche Futterstoffe dienen, soweit solche nicht besser, u. a. durch verstärkten Anbau von Hülsenfrüchten und Kleearten gedeckt und billiger erzeugt werden können.

Wenn nach *Delbrücks* Mitteilungen Rußland nach dem Friedensschlusse das Eiweiß in Gestalt von Futtergerste billig genug liefert, so wird man den uns fehlenden Teil eiweißreicher Futtermittel zum Teil wohl wieder von dort beziehen, d. h. wenn wir uns dann vom Ausland nicht überhaupt vollständig unabhängig gemacht haben sollten. Anderenfalls wird man das Futtereiweiß zum großen Teil zweifellos leicht mehr auf künstlichem Wege mit Hilfe der biologischen Eiweißgewinnung herstellen können. Über das Verfahren selbst in seinen Einzelheiten kann man nur Vermutungen hegen, da Näheres darüber noch nicht bekanntgegeben worden ist. Wahrscheinlich ist man im „Institut für Gärungsgewerbe" durch ähnliche Überlegungen und Beobachtungen zu einer neuen Massengewinnung von Hefe gelangt, wie sie schon von anderer Seite über das Ausbleiben von Gärungserscheinungen gemacht wurden. Nach diesen Beobachtungen kann man selbst bei außerordentlich gärkräftigen Hefen (wie Wein- und Bierhefen) in Nährflüssigkeiten mit *sehr hohem Stickstoffgehalte* vielfach keinerlei Gärung feststellen, wohl aber sehr gute Entwicklung der Hefe. Auch in Nährflüssigkeiten mit *sehr geringem N-Gehalte* tritt im allgemeinen nur Vermehrung der Hefe, aber keine deutliche Gärung ein. Auch die Stärke der Zuckerlösung dürfte dabei immer eine wichtige Rolle spielen. Besonders wertvoll würden nach unserer Ansicht bei allen weiteren Untersuchungen auch solche Versuche sein, bei denen die Bedeutung des Kalkgehaltes der Hefe für den gesamten Stoffwechsel mit zu klären gesucht wird. *B. H.*

Einige Erfahrungen bei der Eichung eines Gasinterferometers. Dr. *O. Wolff* berichtet über einige Schwierigkeiten, die er bei der Analyse eines Wasserstoff-Luftgemisches mit Hilfe des Interferometers beobachtete, sowie über die Maßnahmen zu ihrer Beseitigung. Bei einem Wasserstoffgehalt der Luft bis zu 20 % bereitet die Eichung des Interferometers keine Schwierigkeiten. Wenn es sich jedoch darum handelt, im Wasserstoff geringe Mengen Luft zu bestimmen, so bemerkt man, auch wenn das Gas während einer Reihe von Tagen seine Zusammensetzung nicht ändert, am Interferometer ganz verschiedene Ausschläge. Es zeigte sich, daß die Änderung des Luftdruckes hierbei von Einfluß ist. Eine Reihe von Versuchen, bei denen die beiden Kammern des Instrumentes einem gleichmäßigen Druck ausgesetzt wurden, zeigte, daß sich die Brechungsexponenten von Wasserstoff und Luft bei gleicher Druckzunahme oder -abnahme ganz verschieden ändern, weshalb eine für höhere Wasserstoffprozente hergestellte Eichungskurve nur immer bei dem gleichen Luftdruck benutzbar ist. Als Vergleichsgas muß ein ganz reiner Wasserstoff verwendet werden, den Verfasser aus reinstem Zink und Schwefelsäure in einem besonderen, näher beschriebenen Apparat hergestellt hat. Das so gewonnene Vergleichsgas läßt man während der Messungen aus dem Apparat durch die eine Kammer des Interferometers streichen, nachdem es vorher von Säuredämpfen und Feuchtigkeit sorgfältig befreit wurde. Hierdurch ist es möglich, an Hand der Eichungskurve ohne weitere Rechnung jeden beliebigen Wasserstoff in kurzer Zeit auf optischem Wege auf seine Reinheit zu prüfen. *(Chem.-Zeitg.* 1914, S. 349.) *S.*

Über die Bewegung einer reibungslosen Flüssigkeit. (Annalen der Physik, Heft 8, 1915). Ein Hauptsatz in der überlieferten Hydrodynamik ist bekanntlich der Helmholtzsche Satz, wonach eine Wirbelbewegung in einer reibungslosen inkompressiblen Flüssigkeit niemals entstehen oder vergehen kann. Nun sind die Reibungskoeffizienten der meisten Flüssigkeiten sehr klein. Trotzdem beobachtet man täglich, daß Wirbelbewegungen in ihnen entstehen. Entweder weicht also die Bewegung einer reibenden Flüssigkeit, selbst bei sehr kleinem Reibungskoeffizienten, ganz und gar von derjenigen einer reibungslosen Flüssigkeit ab (und in diesem Fall besitzt die Theorie der reibungslosen Flüssigkeiten kein physikalisches Interesse) oder muß der Helmholtzsche Satz falsch sein. Welche von diesen beiden Erklärungsmöglichkeiten ist die richtige? — Ein an-

derer Hauptsatz in der überlieferten Hydrodynamik ist der zuerst von *Green* und *Dirichlet* bewiesene Satz, daß ein Körper, der sich mit konstanter Geschwindigkeit in einer reibungslosen Flüssigkeit bewegt, keinen Widerstand erfährt. Auch dieser Satz steht im schroffen Widerspruch zu dem Verhalten der wirklichen, schwach reibenden Flüssigkeiten. Was ist der Grund hierzu? Wir sind jetzt so weit gekommen, daß wir diese beiden Fragen beantworten können. Die hydrodynamischen Untersuchungen, welche ich seit 1906 angestellt habe, sind von dem Gedanken geleitet worden, daß man, um die Bewegung einer reibungslosen Flüssigkeit zu untersuchen, zuerst die Bewegung einer reibenden Flüssigkeit studieren muß und erst nachträglich den Grenzübergang zu verschwindender Reibung ausführen soll. Aus den langen und schwierigen mathematischen Entwicklungen, die zur Durchführung dieses Programms notwendig waren, ergab sich schließlich das folgende einfache Resultat: Die Antwort auf die erste Frage lautet: Der Helmholtzsche Satz ist unrichtig. In der Nähe eines Körpers findet unter gewissen Umständen, selbst bei verschwindender Reibung, eine Wirbelbildung statt. Die Antwort auf die zweite Frage lautet: Der Grund des erwähnten Widerspruches zwischen Theorie und Erfahrung ist die unrichtige Annahme, daß eine reibungslose Flüssigkeit sich an der ganzen Oberfläche eines darin bewegten Körpers in derselben Weise verhält. In dem einfachsten Falle, wo ein Körper sich in einer bestimmten Richtung in einer ruhenden Flüssigkeit bewegt, gleitet die Flüssigkeit an der Vorderseite, aber sie haftet an der Rückseite des Körpers. Ein Flüssigkeitsteilchen, das sich nahe an der Rückseite eines Körpers befindet, hat also dieselbe Geschwindigkeit wie dieser. Es hat aber nicht dieselbe Beschleunigung. Auf diesem Umstande beruht die Wirbelbildung, die an der Rückseite eines Körpers stattfindet. Diese Wirbelbildung ist übrigens nicht gleichmäßig über die Rückseite verteilt. Sie ist am stärksten (und zwar theoretisch unendlich stark) an der Grenze zwischen der Rückseite und der Vorderseite. — Wie entstehen die großen, wohl ausgebildeten Wirbel, die man so oft bei der Bewegung eines Körpers in einer Flüssigkeit beobachtet? Wenn man einen Körper in Bewegung versetzt, so beginnt an der Rückseite eine Wirbelbildung, die besonders am Rande sehr stark ist. Andererseits haftet die Flüssigkeit am Körper und kann deshalb nur langsam abfließen. Infolgedessen wächst die Wirbelintensität immer mehr. Das kann aber nicht unbegrenzt fortgehen. Wenn die Wirbelbewegung am Rande genügend stark geworden ist, so kann man die Flüssigkeit nicht mehr als „ruhend" betrachten. Die geometrische Rückseite des Körpers verliert dann, wenigstens zum Teil, den Charakter einer hydrodynamischen Rückseite. In diesem Augenblick fängt die Flüssigkeit an zu gleiten. Das Wirbelgebiet löst sich vom Körper ab und wird von der Flüssigkeit weggeführt.

Viele und schwierige Probleme in der Hydrodynamik harren noch auf ihre Lösung. Aber es scheint mir, daß die schon erzielten Resultate genügen, um den schroffen Widerspruch zwischen der hydrodynamischen Theorie und den Tatsachen zu beseitigen.

C. W. Oseen.

Zeitschriftenschau.

Annalen der Physik, Heft 7, 1915.

Die Rolle von Gasen bei dem lichtelektrischen Verhalten des Zinks; von *Hans Küstner.* (Gekürzte Leipziger Dissertation.) Unter Anwendung eines Vakuumschabapparates und besonderer Entgasungsvorrichtungen wird der *Hallwachs*effekt bis zu minimalen Gasdrucken hinab studiert. Es ergibt sich, daß für Ermüdungs- und Erholungserscheinungen nicht sowohl die Dielektrizitätskonstante als vielmehr Reaktionsfähigkeit der Gase das Maßgebende ist.

Über den Einfluß des Druckes auf die elektrische Leitfähigkeit bei Tellur; von *Bengt Beckman.*

Über den Einfluß allseitigen Druckes auf die elektrische Leitfähigkeit von Wismutdrähten außerhalb und innerhalb des transversalen Magnetfeldes für Gleichstrom und für Wechselstrom; von *Johannes Brentano.*

Zur Theorie der Lichtabsorption in Metallen und Nichtleitern; von *George Jaffé.* Die Berichtigung stellt fest, daß in der in den *Ann. d. Phys.* 45, S. 1217, 1914 erschienenen Arbeit des Verfassers Formeln enthalten sind, die bereits von *Bohr, Ishiwara* und *Enskog* veröffentlicht waren.

Über den Einfluß der Röntgenstrahlen auf die Kondensation des Wasserdampfes nach Versuchen von C. Leibfried und O. Conrad; von *Franz Strieder.* Es wird an Hand der Arbeiten von *C. Leibfried* und *O. Conrad* über die Kondensation des Wasserdampfes unter dem Einfluß von Röntgenstrahlen unterhalb der Ionengrenze gezeigt, daß die erzwungene und schließlich freiwillige Kondensation um so früher eintritt, je intensiver oder je weicher die Strahlen sind und je länger bestrahlt wird. Der „blaue Nebel", für den als Entstehungsursache bei ultravioletter Bestrahlung zuerst durch *W. Bieber* H_2O_2 nachgewiesen wurde, entsteht auch bei Röntgenbestrahlung.

Färbung des Lichtes durch Metallpartikel; von *R. Schachenmeier.*

Die Bewegung eines elektrischen Teilchens in einem konstanten, rotierenden Magnetfeld; von *C. A. Mebius.* Wenn ein elektrisches Teilchen mit gegebener Geschwindigkeit in ein konstantes Magnetfeld eintritt, das um die Bewegungsrichtung des Teilchens rotiert, so entstehen in der zur Bewegungsrichtung senkrechten Ebene zwei zirkulare Schwingungen in entgegengesetzten Richtungen, die eine mit größerer, die andere mit geringerer Frequenz als die der geradlinigen Schwingung, welche in derselben Ebene entsteht, wenn das Feld ruht. Im elektrischen Strahl kommen auch longitudinale Schwingungen vor.

Vereinfachte Ableitung der kombinatorischen Formel, welche der Planckschen Strahlungstheorie zugrunde liegt; von *P. Ehrenfest* und *H. Kamerlingh Onnes.*

Annalen der Physik, Heft 8, 1915.

Struktur und Eigenschaften des Glases; von *G. Quincke.* Junges Glas ist eine flüssige Gallerte mit unsichtbaren Schaumkammern, deren Inhalt und Wände aus 2 heterogenen, sehr klebrigen Flüssigkeiten bestehen, welche allmählich — nach Jahren — erstarren, während sich Form, Dicke und Anzahl der dünnen Schaumwände und dadurch die Eigenschaften des alternden Glases ändern. Photographien zeigen die verschiedenen Formen der Schaumwände.

Eine Beziehung zwischen den vier physikalischen Größen α, β, δ, E der festen Elemente; von *Johann Kleiber.*

Die Abhängigkeit des Halleffekts in Metallen von der Temperatur; von *Walter Frey.* (Gekürzte Leipziger Dissertation.) Nach einer Wechselstrommethode wird der *Hall*effekt von Platin, Gold, Nickel, Eisen, Zink und Manganin bis hinauf zu ihren Schmelzpunkten untersucht. Bei Eisen und Nickel tritt eine Abhängigkeit von den mit der Temperatur stark veränderlichen Magnetisierbarkeiten zutage.

Über Diffusion und Absorption von Wasserstoff in Quarzglas; von *Hermann Wüstner.* (Gekürzte Leip-

ziger Dissertation.) Es werden Maßnahmen angegeben, um die Umwandlung von Quarzglas in Cristobalit bei hohen Temperaturen hintanzuhalten. In einer Bombe für hohe Drucke und hohe Temperaturen gelang die Bestimmung des Absorptionskoeffizienten und Diffusionskoeffizienten von Wasserstoff in Quarzglas als Funktion der Temperatur.

Beiträge zur Hydrodynamik III; von *C. W. Oseen.* s. Kleine Mitteilungen S. 346.

Lochkameraaufnahmen mit Röntgenstrahlen; von *Karl Siegl.* Im Anschluß an eine Arbeit von *Uspenski* in Moskau über *Lochkamera-Aufnahmen mit Röntgenstrahlen* berichtet der Verfasser, daß derartige Untersuchungen bereits von *Röntgen* selbst, ferner von *Dorn* und besonders ausführlich von *Czermak* in Graz ausgeführt wurden. Letzterer gibt auch Aufnahmen wieder und knüpft weitere, interessante Folgerungen an die Entdeckung einiger italienischer Ärzte bezgl. der Empfindlichkeit der Retina des menschlichen Auges für Röntgenstrahlen. Bleibrillen mit einem kleinen Loch in der Mitte müssen solche „Röntgenaugen" befähigen, in einem mit X-Strahlen beleuchteten Raume die Dinge so zu sehen, wie sie die Lochkamera abbildet. Dagegen ist der Versuch *Edisons* damals nicht gelungen, mittels X-Strahlen Blinde sehend, u. zw. normalsehend, zu machen.

Annalen der Physik, Heft 9, 1915.

Berichtigung des Curie-Langevinschen Magnetisierungsgesetzes für die molekulare Weglänge; von *Erich A. Holm.* In der Arbeit wird die molekulare Weglänge in die kinetische Theorie des Paramagnetismus eingeführt. Für das Curie-Langevinsche Magnetisierungsgesetz ergibt sich ein Berichtigungsfaktor, der mit wachsender mittlerer Weglänge oder abnehmendem Trägheitsmomente (oder wachsender Masse) des zweiatomigen Moleküls gegen den Wert Eins konvergiert. Das abgeänderte Gesetz wird quantitativ auf die Magnetisierbarkeit des Sauerstoffs in gasförmigem und flüssigem Zustand und qualitativ auf die Magnetisierbarkeit fester paramagnetischer Stoffe angewendet.

Über adiabatischen und isothermen Halleffekt und die Messung des isothermen Effekts mit Wechselstrom; von *H. Zahn.* Die Arbeit befaßt sich mit dem von *Gans* theoretisch geforderten Unterschied zwischen adiabatisch und isotherm gemessenem *Hall*effekt, wobei im ersten Fall man die transversale und longitudinale Temperaturdifferenz im Magnetfelde (*Ettingshausen*effekt) zustande kommen läßt, im zweiten sie unterdrückt. Theoretisch sind Differenzen zwischen 10—50 % zu erwarten, beobachtet wurden solche bisher noch nicht. Ich habe nun versucht, den isothermen Fall dadurch zu realisieren, daß ich als Plattenstrom hochfrequenten (1100periodischen) Wechselstrom verwandte, wobei die transversale Temperaturdifferenz (und auch die longitudinale, die sehr klein ist) nicht zur Ausbildung gelangt. Die Messung des *Hall*effektes geschieht in einer Wheatstoneschen Brückenverzweigung, die gleichzeitig auftretende Widerstandsänderung wurde durch Kommutieren des Feldes herausgehoben. In der Anordnung können Gleich- und Wechselstrommessungen abwechselnd im gleichen Felde vorgenommen werden, erstere entsprechen angenähert dem adiabatischen, letztere sehr nahe dem isothermen Fall. Nur bei Wismut waren die Messungen mit hinreichender Genauigkeit möglich. Der adiabatische Effekt war, wie dies auch die Theorie verlangt, größer, im Maximum aber nur um 5 %; da der adiabatische Fall indessen nur unvollkommen erreicht war, so kann die Differenz noch etwas größer sein. Bei Antimon war ein Unterschied nicht mit vollkommener Sicherheit nachweisbar, es scheint aber einer im gleichen Sinne wie bei Wismut vorhanden zu sein. Weiterhin wurde eine Wismut-Zinn-Legierung untersucht, da nach älteren Versuchen von *Ettinghausen* und *Nernst* vermutet werden konnte, daß hier starke Differenzen vorhanden sein müssen, wenn man die beiden Fälle auch nur roh herstellt durch Luft- bzw. Flüssigkeitsumgebung, eine Folgerung, die bestätigt wurde. Die Unterscheidung der beiden Fälle hat daher experimentell praktische Bedeutung.

Anwendung der Integralgleichungen auf die Theorie der Elektrolyse; von *Kurt Schellenberg.*

Über die dynamische Bedeutung des Wirkungsquantums (vorläufige Mitteilung); von *R. Schachenmeier.* Ein Dipol emittiert quantenhaft, wenn er unter Wirkung der Stöße von sehr zahlreichen, wie die Moleküle eines idealen Gases sich bewegenden Korpuskeln steht. Ist nämlich die Stoßzahl rational zur Schwingungszahl, so tritt (unter l. c. präzisierten Nebenumständen) Resonanz ein, und der Dipol kann weder strahlen noch absorbieren. Es existiert eine diskrete Folge von solchen Stoßzahlen. Die Energie des Dipols ändert sich von einer zur nächsten stets um denselben Betrag. Wenn die Stoßzahl (durch Zufall) variiert, dann emittiert er seine ganze Energie. Er kann also nur ganze Multipla eines bestimmten Quantums ausstrahlen. Die Anwendbarkeit der Quantentheorie auf verschiedenartige Gebiete wird durch dieses Modell unmittelbar anschaulich gemacht.

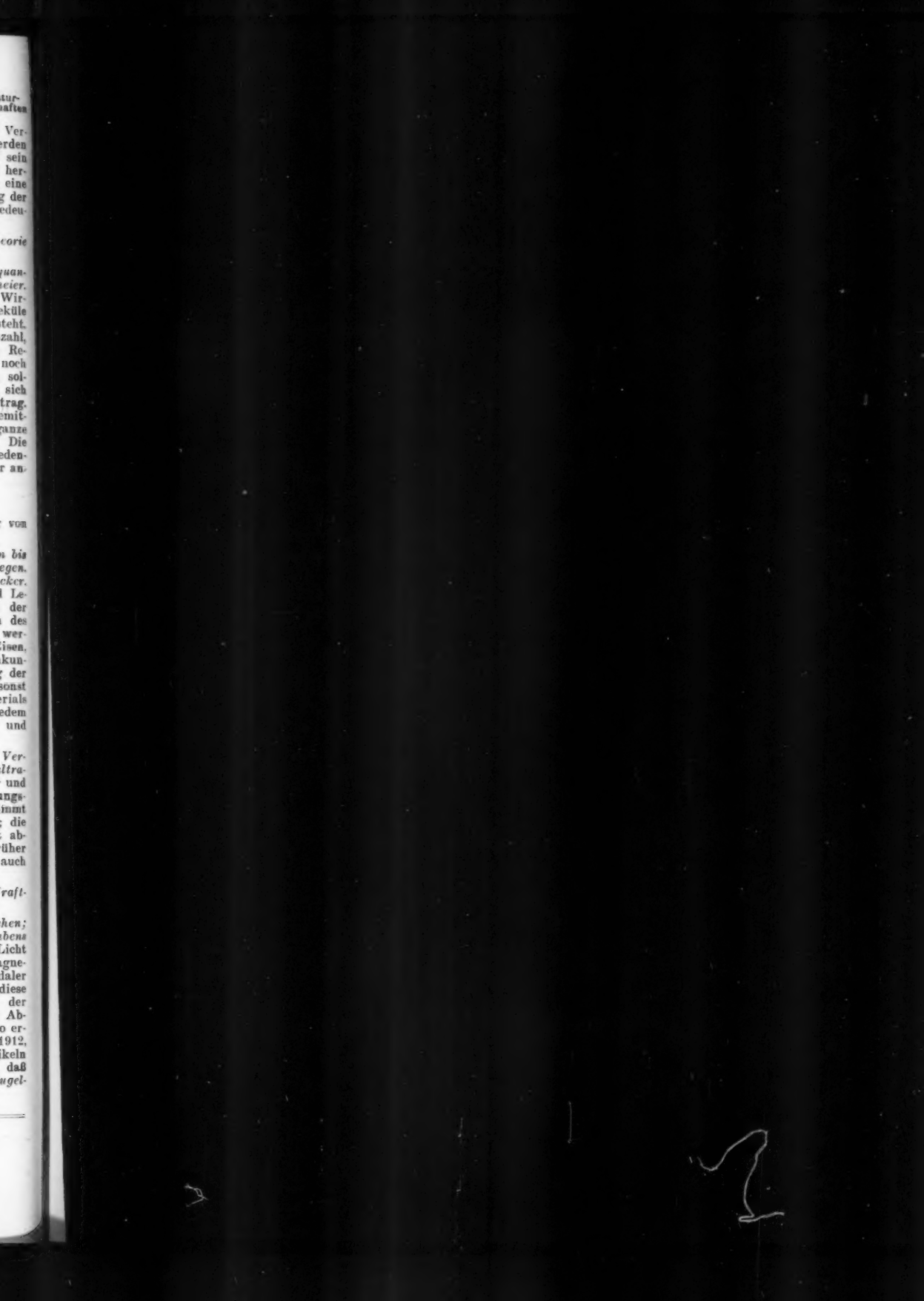
Annalen der Physik, Heft 10, 1915.

Der Gleichstrom-Lichtbogen großer Bogenlänge; von *Walter Grotrian* (s. Heft 22 ds. Zeitschr., S. 283).

Die Elastizität einiger Metalle und Legierungen bis zu Temperaturen, die ihrem Schmelzpunkt naheliegen. A. Torsionselastizität; von *K. R. Koch* und *C. Dannecker.* Die Torsionsmoduln der untersuchten Metalle und Legierungen ändern sich bei vielen derselben mit der Temperatur in der Weise, daß diese Änderungen des Moduls durch eine quadratische Form dargestellt werden können. Bei einigen derselben jedoch (z. B. Eisen, Nickel usw.) treten im Verlauf der Kurve Schwankungen des Moduls, denen auch solche der Dämpfung der Schwingungen parallel laufen, auf, die häufig mit sonst schon bekannten Umwandlungspunkten des Materials zusammenfallen; doch entspricht nicht notwendig jedem Umwandlungspunkt ein Wendepunkt der Kurve, und umgekehrt.

Über die Abhängigkeit der photoelektrischen Verzögerungszeit vom Gasdruck bei Metallteilen ultramikroskopischer Größenordnung; von *Edgar Meyer* und *Walther Gerlach.* Die photoelektrische Verzögerungszeit an ein und demselben Metallteilchen (Pt) nimmt mit dem Druck des umgebenden Gases (Luft) ab; die maximale Endaufladung der Teilchen wächst mit abnehmendem Gasdruck. Eine von den Verfassern früher gegebene Theorie der Verzögerungszeit umfaßt auch diese neu gefundenen Erscheinungen.

Zur Theorie des Zeemaneffektes in gegen die Kraftlinien geneigten Richtungen; von *M. Voigt.*

Über die Form ultramikroskopischer Silberteilchen; von *R. Gans.* Auf Grund der von *Hagen* und *Rubens* bestimmten Reflexion und Absorption, die das Licht an Metallen erleidet, läßt sich mittels der elektromagnetischen Lichttheorie die Absorptionskurve kolloidaler Metallösungen berechnen. Es zeigt sich, daß diese Kurve sehr stark von der geometrischen Form der Partikeln abhängt, so daß man umgekehrt aus der Absorption auf die Teilchengestalt schließen kann. So ergab sich früher (*R. Gans, Ann. Phys.* [4] *37*, 1912, S. 881), daß rubinrote Goldlösungen die Metallpartikeln in *Kugel*form enthalten. Ebenso zeigt sich jetzt, daß kolloidales Silber in wässriger Lösung aus *kugel*förmigen Metallteilchen besteht.

Für die Redaktion verantwortlich: *Dr. Arnold Berliner,* Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.